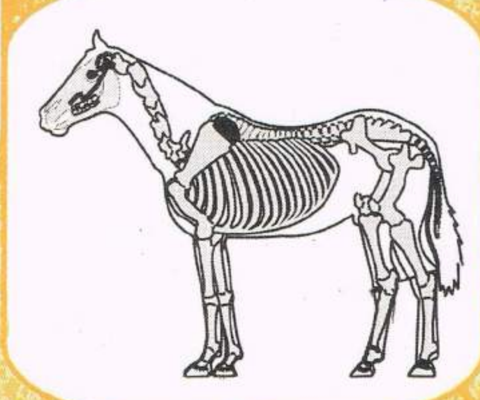
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

فسلجة الحيوان

كتاب منهجي لطلبة الصف الثالث ثروة حيوانية





الدكتور
ضياء حسن الحسني

الدكتور
صادق محمد أمين الهيتي

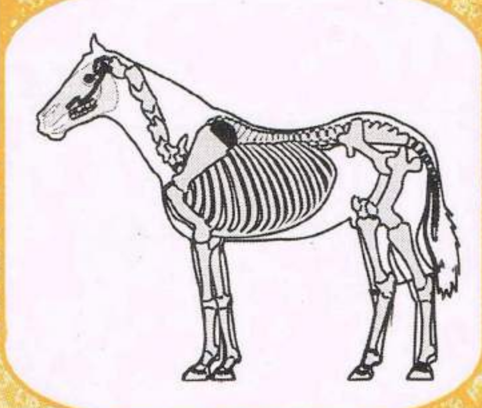
فسلجة الحيوان
الدكتور ضياء حسن الحسني
الدكتور صادق محمد أمين الهيتي

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

فسلجة الحيوان

كتاب منهجي لطلبة الصف الثالث ثروة حيوانية





الدكتور
صادق محمد أمين الهيتي

الدكتور
ضياء حسن الحسني


فسلجة الحيوان

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد



كتاب منهجي لطلبة الصف الثالث ثروة حيوانية

تأليف

الدكتور
ضياء حسن الحسني
(أستاذ مساعد)
كلية الزراعة

الدكتور
صادق محمد امين الهيتي
استاذ مساعد
كلية الزراعة

١٩٩٠

المقدمة

تتوافق محتويات كتاب فسلجة الحيوان مع مفردات مادة فسلجة الحيوان المقررة لطلبة المرحلة الثالثة في كليات الزراعة لجامعات القطر.

وتضمن الكتاب اثني عشر فصلا حيث قام الدكتور ضياء حسن بتاليف الفصول الاول ، السادس ، السابع ، الثامن ، التاسع ، العاشر ، الحادي عشر اما الفصول الثاني ، الثالث ، الرابع ، الخامس ، الثاني عشر فقد الفها الدكتور صادق محمد امين.

ويعتبر الكتاب مرجعا جيدا ليس فقط لطلاب الكليات الزراعية بل الى طلاب المعاهد الزراعية وكليات الطب البيطري والعاملين في هذا الاختصاص وكذلك فهو كتاب مساعد الى طلبة الدراسات العليا.

لاندعي لهذا الكتاب الكمال بل الكمال لله وحده سبحانه وتعالى ولكننا نعتبره جهدا متواضعا يمكن ان يغني المكتبة العربية الفقيرة بالكتب العلمية وخاصة في فسلجة الحيوان.

ومن الله التوفيق.

المؤلفان

المحتويات

الفصل الاول

مادة واهمية الفسلجة

موضوع واهمية الفسلجة :

يمكن تعريف علم الوظائف (الفسيولوجي) بأنه ذلك الفرع من العلوم الحيوية الذي يتعامل مع الوظائف الكاملة للأعضاء المختلفة للجسم وهي بكامل صحتها ويؤكد على التغيرات التي تطرأ على الجسم بأكمله عند نشاط وعمل هذه الاعضاء أثناء قيامها بفعالياتها الاساسية ، وأبسط تعريف يمكن ان ينطبق على الفسلجة هو علم وظائف الكائنات الحية . ولايكتفي علم الفسلجة بشرح وتوضيح الوظائف التي تجري داخل جسم الكائن الحي بل يتعدى ذلك الى الاستفسار والتحري عن سبب وكيفية انجاز تلك الوظائف الحيوية الضرورية لادامة حياة الكائن الحي وهذا يتطلب معرفة جيدة بتراكيب الكائن الحي وكذلك ببعض القوانين الاساسية في الفيزياء والكيمياء فعلى سبيل المثال لايمكننا فهم عملية التنفس دون معرفتنا بالاوكسجين. ويقسم ميلانوف ١٩٧٨ علم الفسلجة الى ثلاثة اقسام رئيسية هي :

١) الفسلجة العامة General physiology

٢) الفسلجة المقارنة Comparative physiology

٣) الفسلجة المتخصصة او الفردية Individual physiology

فالفسلجة العامة تهتم بدراسة وظائف المادة الحية ابتداءاً من الخلية وانتهاءاً بالكائنات الحية الراقية التطور والقوانين الكيمياوية والفيزياوية التي تسيطر على تلك الوظائف وتختص

الفسلجة المقارنة بدراسة الخواص النوعية لوظائف الكائنات الحية في مختلف الانواع و/ أو في النوع الواحد حتى اذ من الممكن ان نجد مراحل مختلفة من التطور الفردي وتوسع المعنى النهائي للفسلجة المقارنة في الوقت الحاضر واصبح يعرف بفسلجة التطور والتي تعني دراسة مدى تطور الوظائف ضمن الوظائف ضمن الانواع وبين افراد النوع الواحد. اما فيما يتعلق بالفسلجة المتخصصة فهي تشمل التخصص في وصف المجاميع ضمن المملكة الحيوانية التي ترتبط بعلاقات فسلجية من نوع او آخر مثل فسلجة الانسان human physiology، فسلجة الحيوانات الزراعية، فسلجة الطيور وفسلجة الحشرات الخ.
خلال السنين الاخيرة ظهرت الفروع التالية المستقلة من فسلجة الانسان :-

فسلجة العمل، فسلجة الرياضة، فسلجة الطيران وفسلجة الفضاء. ويمكن تقسيم فسلجة الحيوانات الزراعية الى فسلجة الماشية، فسلجة الاغنام، فسلجة الخنازير وفسلجة الخيول وغيرها وتهتم فسلجة الحيوانات الزراعية بالعمليات الحيوية التي تجري داخل جسم حيوانات المزرعة والمرباة لغرض الحصول على انتاجها او لأغراض اخرى. وتتماثل العمليات الحيوية الاساسية في مختلف سلالات وانواع المملكة الحيوانية رغم تغير تعقد هذه الوظائف لتطور وشكل الحيوانات خلال عمليات الارتقاء والتطور وعلى صعيد التطور فان اكثر التغيرات التطورية الفسيولوجية تمت في الدواجن والثدييات mammals وذلك يأتي نتيجة لحالة الاستئناس Domestication التي قام بها الأنسان اتجاه هذه الحيوانات ورغم ذلك فان اسلوب عمل هذه الوظائف يختلف باختلاف نوع الحيوان الثديي فالعمليات الفسيولوجية في الحيوانات آكلة اللحوم Carnivorous تختلف عنها في الحيوانات آكلة الحشائش herbivarous وتختلف الحيوانات المجترة ruminant باوجه كثيرة عن تلك الحيوانات ذات المعدة البسيطة Simple Stomach. وتغير جسم الحيوانات الزراعية نتيجة تأثير الظروف التي اوجدها الانسان للحياة الجديدة للحيوان (التغذية الرعاية ..الخ) ونتيجة للانتخاب Selection المستمر فقد حسن الانسان الكثير من الصفات الاقتصادية في الحيوانات الزراعية بحيث ادى ذلك الى تطور اجسامها ووظائفها بشكل كبير مقارنة باسلافها فعلى سبيل المثال تحسين القدرة الانتاجية من الحليب في الابقار يرافقه تحسين وزيادة في كمية الغذاء المتناول وهذا أدى الى تحميل الجهاز الهضمي Digestive System اكثر من طاقته الاستيعابية وبالتالي تأثره هو واجهزة اخرى مثل الجهاز التنفسي Respiratory System، جهاز دوران الدم Ciroulatory

system... الخ. ومثال آخر ما يحصل في خيول السباق حيث وجهت اجسامها للوصول الى اقصى سرعة فتغيرت سلوكيات ووظائف التنفس ودوران الدم تحت تأثير الاختيار والتدريب. كذلك تكوين الصوف في الاغنام يتطلب انجاز عالي للعمليات الحيوية المرتبطة بصناعته. فليس من الصحيح التفكير بزيادة انتاج الحليب او اللحم او الصوف دون التعرف على الاساسيات السوية للوظائف الطبيعية للغدة اللبنية Mam-millary gland او اساسيات تكوين الصوف او العمليات الاساسية للامتصاص والبناء الحيوي ككل عند ذلك يجب ان نحافظ على هذه الاساسيات تحت ظروف سوية منتظمة.

تأريخ علم الفسلجة History of physiology

كانت المعرفة لعلم الفسلجة في الماضي البعيد سطحية وخاطئة في احيان كثيرة وتعتمد على مبدأ الملاحظة وبقيت هذه المعارف لسنين عديدة تتجمع على هيئة حقائق وملاحظات وبعض التجارب المنفردة وغير المتقنة لتوضيح بعض العمليات. واعطت المعلومات المتعلقة لبناء ووظائف الجسم بشكل منظم ولاول مرة من قبل الفيلسوف والطبيب اليوناني ابقراط Hippocrates في القرن الرابع والخامس قبل الميلاد في مؤلفه المعروف بأسمه. واعتمدت حالة جسم الانسان بالنسبة لافكاره على العلاقة بين اربعة سوائل هي الدم، السائل الاسود، السائل الاصفر، والبلغم. وبالاعتماد على سيطرة او تغلب احد هذه السوائل يتشكل ويتكون المزاج والاحساس المناسب للانسان، وبهذا ارسيت البدايات الاولى لفهم التنظيم الخلطي humoral regulation للوظائف الفسيولوجية. بعد ذلك قدمت اضافات الى علم الفسلجة في مدرسة الاسكندرية، بالاسكندرية وخاصة من قبل الجراح وعالم التشريح اليوناني هيروفيلوس Heraphilus والذي عرف بأبي علم التشريح كذلك الطبيب وعالم التشريح اليوناني اراسستراتس Erasistratus والذي يعتبر ابا الفسيولوجيا. وفصل هيروفيلوس عام ٣٠٤ قبل الميلاد، الاعصاب من الاوتار وتوفرت لديه المعلومات حول اهمية النبض وتأثير النشاط النفسي السايكولوجي على عمل القلب. اما اراسستراتس عام ٣٠٠- ٣٢٠ قبل الميلاد فقد قسم الاعصاب الى حسية وحركية وكتب بالتفصيل حول الاوعية الدموية وصمامات القلب وغيرها. اما ارسطو Aristotle الفيلسوف اليوناني الذي يعتبر احد اعظم الفلاسفة في جميع العصور (٣٨٤- ٣٢٢ قبل الميلاد) فكانت لديه معرفة بالكبد رغم اعتقاده

الخاطئ بان الكبد هو مركز الاحساس او أن الشرايين لايجري فيها دم بل الروح او النفس . وكان كلاودي كالن Galen (١٣٠ - ٢٠٠ م) اليوناني الاصل والذي درس الطب في روما اول شخص فسيولوجي مثل الطب الروماني وادخل طريقة التشريح واثبت بان الدم هو الذي يجري في الشرايين وليس الروح واعطى تصوراً بان جهاز الدوران هو اعقد مما يتصوره البعض واكتشف ان الحبل الشوكي يمثل المركز والموصل بين النبضات الحسية والحركية وبسبب الامكانيات المحدودة للدراسة امتازت تلك المرحلة بتصوراته حول وظائف جسم الكائن الحي التي كانت محظورة باجمعها . وفي الفترة ٩٨٠ - ١٠٣٧ في طشقند وفي مدينة بخارى بالذات التي كانت مركزاً للعلوم انذاك كان يعمل ابو علي ابن سينا واحد من ابرز علماء عصره فقد كتب كتابه المعروف (قانون الطب) الذي خصص جزء منه لما قاله ابقراط وارسطو وكالن . وكذلك كتب فيه عن فسلجة القلب والدماغ ، والكبد وتركيب العيون . وفي سنة ١٤٥٢ - ١٥١٩ م عمل الفنان ليونارد دافنشي Leonardo davinci على تشريح الجثث الميتة ووصف ورسم تراكيب الاعضاء الداخلية . وقد اثبت ان جدار القلب غير مثقب كما قال كالن . ويعد ذلك اكتشف العالم والمفكر الاسباني ميغل سيرفت Miguel servet (١٥٠٩ - ١٥٥٣ م) الدورة الدموية الصغرى . وفي القرن السادس عشر والسابع عشر ومع تكون المجتمع البرجوازي تطورت العلوم الطبيعية بشكل سريع وكان القرن السابع عشر ايذاناً لبدء علم الفسلجة كعلم تجريبي يدرس العمليات التي تجرى داخل الكائن الحي الطبيعي وغير المريض وذلك نتيجة لاعمال وجهود الطبيب وعالم التشريح الانكليزي وليام هارفي William Harvey (١٥٧٨ - ١٦٥٧ م) . الذي بدأ حقبة كاملة جديدة من الفسلجة باكتشافه الدورة الدموية وكتب كتابه عام ١٦٢٨ م الذي فند فيه جميع اقوال كالن القديمة وحصل على ادلة مادية بخصوص الدورة الدموية وبنفس الفترة اكتشف عالم التشريح وعلم الاجنة الايطالي مارسيلو مالبيجي Marcello Malpighi (١٦٢٨ - ١٦٩٤ م) التركيب الدقيق minute structure للحيوانات والنباتات كذلك سمي بمؤسس علم الانسجة وعبر رينيه دكارت Rene Descartes (١٥٩٦ - ١٦٥٠ م) العالم الفسيولوجي الرياضي والفيزياوي الفرنسي عن افكاره بخصوص عمل الجهاز العصبي على اساس الانعكاس حيث وضع ولاول مرة الفعل الانعكاسي Reflex action وبمساعدة التجارب العملية أخذت المعرفة المتعلقة بوظائف الأجهزة والأعضاء الأفرازية تتعمق بأستمرار . وفي اواسط القرن الثالث عشر اوجد العالم الطبيعي الروسي لومونوسوف (١٧١١ - ١٧٦٥ م) قانون حفظ المادة ونظرية التركيب

الثلاثية للاحساس بالضوء وافترض لاول مرة تصنيف الاحساس بالتذوق وبنفس الوقت اكتشف الفسيولوجي وعالم النبات الانكليزي ستيفان هلز Stephen Hales (١٦٧٧-١٧٦١ م) ثمة علاقة بين عملية الايض metabolism وضوء الشمس في النباتات كذلك اكتشف ضغط الدم blood pressure ووضح سبالانزاني Spallanzani التحولات الكيمياوية التي تحدث للطعام داخل الجهاز الهضمي وظهرت في هذه المرحلة دراسة تنبيه Stimulation الانسجة واثبتت الظواهر الكهربائية لانسجة الحيوانات من قبل الفسيولوجي الايطالي لويجي غالفاني Luigi galvani (١٧٣٧ - ١٧٩٨ م) وبهذا ارست بدايات الفسلجة الكهربائية electrophsiology وفي نهاية القرن الثامن عشر شرح الفسيولوجي الجيكوسلوفاكي بروهاسكا بخطوط عريضة اساس الانعكاس وادخله كمصطلح علمي.

لقد انجزت اهم الاكتشافات في العلوم الطبيعية وخاصة في مجال الفسلجة خلال النصف الاول من القرن التاسع عشر او فصلت الفسلجة تماماً عن التشريح واصبحت علماً مستقلاً وارتبطت اهم النجاحات التي حصلت في الفسلجة في هذه الفترة بالنجاحات التي حصلت في الكيمياء العضوية قبل اثبات قانون حفظ وتحول الطاقة من قبل الكيمياوي الفرنسي لاغوازيه Lavoisier (١٧٤٣ - ١٧٩٤ م) الذي يعتبر مؤسس الكيمياء الحديثة واكتشاف الخلية من قبل العالمان الالمانيان Schwann a Schleiden اللذان اسهما بشكل برز في انشاء علم الخلايا Cytology ونظرية التطور للبريطاني Darwin (١٨٠٩ - ١٨٨٢ م) وظهرت خلال النصف الاول للقرن التاسع عشر نظرية الانعكاس لنشاط الحبل الشوكي. Spinal Cord ولاثبات هذه النظرية كان لاكتشافات الجراح الاسكتلندي بل Bell والفسيولوجي الفرنسي Magendie اهمية كبيرة اثبتت بواسطتها بان جذيرات الحبل الشوكي من الجهة الظهرية تحتوي الياف ذات جاذبية نحو المركز اما تلك التي علىا الجهة البطنية منه فلها جاذبية بعيدة او طاردة عن المركز وسمي ذلك بقانون بل وماجندي Bell- Magendie law وتحققت انجازات مهمة بهذا المجال لتجارب العالم النمساوي الفسيولوجي هانس مولر Jahannes Muller وذلك باستخدام التسجيل الصوري لعمل الاعضاء بمساعدة بعض الاجهزة المتخصصة واوجد هلمهولتس H elmultz نظرية الرنين لاستقبال الصوت ووضع بدايات فسلجة التحليل.
واعطت دراسة توزيع الاعصاب حقائق مهمة وعديدة وكانت دراسة التنظيم العصبي

واحدة من اكثر الانجازات البارزة في الفسلجة في القرن التاسع عشر وخاصة ما اعقبها من تأشير وتوضيح توزيع الاعصاب في أوعية القلب. واكتشف الاخوان فيبر الفعل المسيطر على العصب المنبه للقلب اما الفسيولوجي الروسي بافلوف Pavlov (١٨٤٩ - ١٩٣٦ م) فقد اكتشف الفعل المنشط للعصب الودي Sympathetic nerve على تقلصات القلب. واكتشف لودفيج وسيون الالياف العصبية المتوجة نحو المركز والقادمة من القلب والشريان الابهر aorta ولاحظ اوفسيانكوف مركز تنظيم توتر الاوعية القلبية Cardiac tonic الموجودة في النخاع المستطيل medulla oblongata ودرس فيلافسكي بشكل اوسع الاكتشافات السابقة المتعلقة بمركز التنفس respiratory centre في النخاع المستطيل. وكانت لاعمال سيجينوف (١٨٦٢ م) اهمية خاصة وبالذات المتعلقة منها بعمليات استلام وحفظ المعلومات في الجهاز العصبي المركزي، وفي عام ١٨٦٣ م نشر استنتاجاته الهامة والمتعلقة حول انعكاسات الدماغ الذي طور فكرة الطبيعة الانعكاسية للعمليات الناتجة او الناشئة من الدماغ في النصف الثاني من القرن التاسع عشر بدأت دراسة الاهمية الوظيفية لمختلف اجزاء الجهاز العصبي المركزي. وفي هذه الفترة كان للعمليات الجراحية التي هي ضرورية للتجارب الفسيولوجية اثر كبير في تطوير علم الفسلجة. كانت الاتجاهات المميزة لتطور علم الفسلجة في بداية القرن العشرين هي الانتقال من الفهم التحليلي الى فهم الصناعة والتكوين في العمليات الحيوية. وحقق بافلوف انجاز رائع في هذه الفترة والمتعلق بالنشاط العالي للاعصاب حيث طور ووسع نظرية الانعكاس لسيجينوف عن طريق اكتشافه ميكانيكية الاعصاب والتي هي تمثل اعقد واكمل اشكال عمليات التنظيم والسيطرة في الانسان والحيوانات الراقية لتأثير الوسط الخارجي (الانعكاسات البيئية او الوسطية). كذلك اصبح في مجال الدراسات الفسيولوجية يشمل ليس الاعضاء والانسجة فقط بل والخلايا منفردة وتراكيبها ووظائفها ايضاً. وتطور نوع جديد للفسلجة هو علم الفسلجة الدقيق microphysiology وحصل تطور هام في طرق التحليل المايكروكيمياوي وادخلت طرق التوصيل الكهربائي Electrophoresis، والكروماتوكرافي Chromatography وكذلك طورت الفسلجة الكيمياوية او ما تسمى الكيمياء الحيوية الوظيفية وقاد تطورها اللاحق الى ظهور علم الغدد الصماء Endocrinology وعلم الفيتامينات Vitaminology ودراسة الوسطاء mediators ووضعت نظرية تقلص العضلة ودرست وظائف المراكز العصبية في الحبل الشوكي والنخاع المستطيل والدماغ

المتوسط وتعمقت الدراسة والتعرف على الجهاز العصبي اللاارادي. وحققت فسلجة الاوعية الدموية والقلب نجاحات باهرة تكللت بصنع القلب الاصطناعي وكذلك الرئة وتكونت النظرية الخاصة بوظائف الكليتين وتوضحت كيميائية ميكانيكية تنظيم العمليات الهضمية وكذلك ميكانيكية التنفس وانتقال الغازات في الدم. واصبحت فسيولوجيا الكهرباء electrophysiology احد فروع الفسلجة.

طرق دراسة العمليات الفسلجية :-

الفسلجة علم تجريبي ولايكتفي الباحث المتخصص لعلم الفسيولوجيا بالملاحظة فقط اذ من الضروري له القيام بالتجارب ويكافح في تجاربه لايجاد انجح الظروف ووسائل الارتقاء. وتختلف اشكال التجارب الفسيولوجية وتتحدد مهمة الدراسة او البحث ولهذا فعند توضيح نشاط احد الاعضاء الداخلية مثل القلب غالباً ما يتطلب فتح جسم الحيوان المستخدم في التجربة (كلب، ارنب او ضفدعة ... الخ) ويلاحظ عمل القلب او العضو المراد دراسته. وتسمى هذه الطريقة بالتشريح داخل الجسم Vivsection او القطع. وفي حالات اخرى يمكن ان نستخرج كل العضو او النسيج من الجسم ويحافظ على حيويته من خلال الغسل بمحلول فسيولوجي Physiological solution مشبع بالاوكسجين ومسخن بنفس درجة حرارة الجسم وتعرف هذه بطريقة استخراج العضو او دراسة في الانبوب الزجاجي خارج الجسم in vitro ولطرق القطع او العزل مشاكلها حيث يوجد الحيوان او الاعضاء بحالة غير طبيعية وعلى الرغم من ذلك فان الطرق هذه غالباً ماتستخدم في الدراسة خاصة عندما تكون الامكانيات الوحيدة المتاحة لتقدير الحالة المعطاة. وتستخدم في الدراسات الطويلة الأمد طرق الأنابيب المجوفة او النواسير Fistula method واول من وضع هذه الطريقة موضع التنفيذ هو العالم الروسي بافلوف. وفي بعض الحالات يربط الفراغ الموجود في العضو المجوف من خلال انبوب بلاستيكي Cannula بسطح الجلد وفي تجارب الغدد ترفع الغدة الى سطح الجلد. وعادة تتم الدراسة بعد ان يشفى الحيوان من الاجهاد الذي تعرض له نتيجة للعملية ويصبح في حالة صحية طبيعية ويكون مؤهل للتجربة. وفي دراسات اخرى عديدة خاصة مايتعلق بالاوعية او اقنية الغدد فانه يتم ادخال انابيب رفيعة تعرف هذه الطريقة بالقسطرة Catheterization. ولعبت اجهزة التسجيل دوراً مهماً في تعميق الدراسات الفسيولوجية خاصة تلك الاجهزة المتعلقة

بملاحظة التغيرات التي تحصل في عمل الاعضاء والانسجة وتمثل في الوقت الحاضر هذه الأجهزة الكهربائية المعقدة التي تسمح بوقت واحد بدراسة اعضاء عديدة ويتطلب في بعض الحالات زراعة عضو او نسيج في اماكن جديدة وهذه الطريقة تسمى بطريقة الزرع transplantation method وتستعمل في دراسة وظائف الغدد الصماء وعند دراسة التوزيع لعضو محدد تقطع الالياف العصبية المحددة وتسمى هذه الطريقة بزوال او ازالة الاعصاب Denervation method ويشغل باستخدام آخر ماتوصلت له المنجزات الحديثة للفيزياء وتكنولوجيا الاشعاع والكهرباء وعلم الضبط Cybernetics حيزاً كبيراً في دراسة الوظائف الفسيولوجية وبهذا فقد اخترعت طرق حديثة وحدثت الطرق القديمة لدراسة مختلف العمليات الجسمية بدون الاضرار بالحيوان فتثبيت قطب كهربائي على سطح جسم الحيوان وبمساعدة اجهزة قياس كهربائية يمكن دراسة العمليات والتغيرات الكهربائية للعضو ويبنى تصوراً كاملاً لحالتها. واستخدمت طريقة الاستشعار عن بعد radiotelemetry method والتي تتم بمساعدة الاتصال الراديوي من مسافة وامكن الحصول على المعلومات المطلوبة وكذلك النظائر المشعة redioactive isotopes التي استعملت كوسيلة ناجحة في الدراسات الفسيولوجية.

الفصل الثاني

تركيب وفسلجة الخلية

Structure & Physiology of the cell

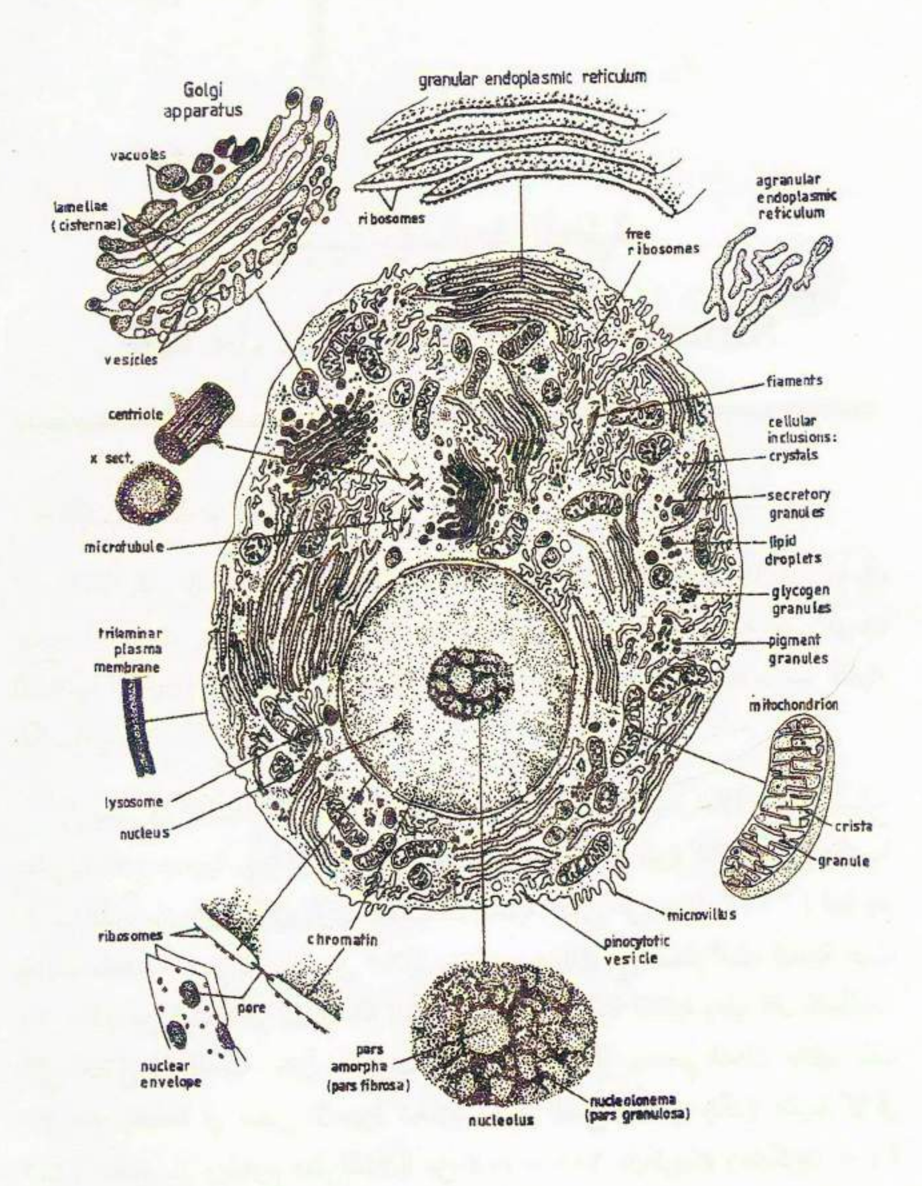
- تركيب وفسلجة الخلية :

منذ ان وضع العالم تيودور شوان نظريته حول الخلية عام ١٩٣٠ التي افترض بها بأن جميع الحيوانات تتألف اجسامها من خلايا ، اصبح معروفاً ان الخلية هي الوحدة الاساسية للاجهزة البايولوجية تماماً مثل الذرات التي هي الوحدات الاساسية للمواد الكيمياوية .

ولم يكن في المستطاع آنذاك رؤية الخلية لحين اكتشاف المجاهر خلال القرن السابع عشر فالخلايا صغيرة جداً لايمكن رؤيتها بالعين المجردة لكنها كبيرة اذا ماقورنت بالنسبة لحجم الذرة من وجهة الكيمياوي . حيث ان الخلية تحتوي على حوالي (١٠^١٤) ذرة وهو يقارب مايحتويه جسم الانسان من خلايا ... وليس هنالك مِن حجم ثابت للخلية حيث يتغير ذلك من وقت لاخر تبعاً للحالة البايولوجية والفسيولوجية للخلية وعليه فان الفعاليات التي تحصل في الخلية غالباً ماتلازمها تغيرات في شكل وحجم الخلية وتظهر تلك التغيرات واضحة في بعض الاجهزة كخلايا الجهاز اللمفي والغدي ولكنها طفيفة كما في خلايا العظام... ويتراوح قطر الخلايا من (١٠- ١٠٠ مايكرون) (مايكرون = ١/ ١٠٠٠ ملم) باستثناء المح في بيض الطيور الذي يعتبر خلية فردة ويرتبط حجم الخلية مع

دي اوكسي رايبو نيوكليك اسيد

كمية حامض الدي اوكسي رايبوز النووي (dna) في النواة وكمية البروتين المصنع شكل (1-2).



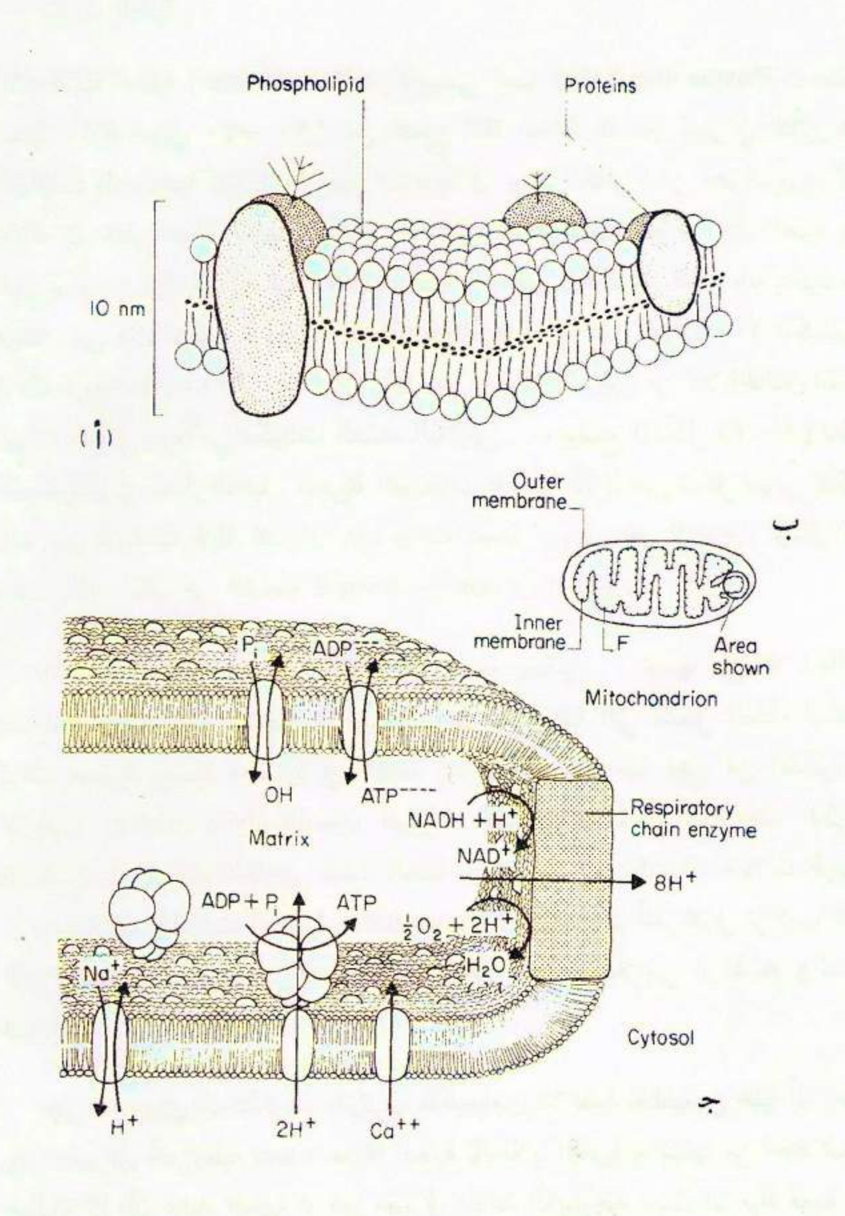
شكل ٢ – ١ رسم توضيحي لخلية حيوانية كما تظهر تحت المجهر الالكتروني .(1980) lamb et al ,(1982) Wheater et al

- **تركيب الخلية :-**

(١) **غشاء الخلية (cell membrane)** ويسمى ايضا Plasma membrane ان غشاء الخلية يكون حوالي ٤٠- ٩٠٪ من مجموع كتلة الخلية وله دور كبير في التأثير على الفعاليات البايولوجية للخلية والاجهزة الموجودة في جسم الكائن الحي وهو ضروري لان خلاله يتم تنظيم عملية النفوذية المنتخبة Selective permeability من والى الخلية وهو رقيق جداً ومن دراسة بنيان غشاء الخلية باستخدام المجهر الالكتروني تاكد بانه يتكون من طبقتين من مادة دهنية فوسفاتية phospholipids ذات سمك حوالي ١٠٠ انكستروم (انكستروم= ١/ ٠٠٠/ ٠٠٠/ ١٠) ملم وهي مغطاة بالبروتين من كلا الجانبين اضافة الى انه يشكل جزءاً من مكونات الغشاء البلازمي ... ويوضح الشكل (٢- ٢) تنظيم الفوسفولبدز في جدار الخلية. فجزيئة الفوسفات الدهنية تكون على شكل دبوس يتكون رأسه من فوسفات قابلة للذوبان بالماء وذات شحنة موجبة تنتظم للخارج ، وساق غير ذائب بالماء وخالي من الشحنة non – charged الى الخارج.

ان هذه التراكيب الدهنية الفوسفاتية منسقة بطبقتين رؤوسها من كلا الجانبين وسيقانها الى الداخل. وتتخلل تراكيب الدهون الفوسفاتية التي تشمل الغشاء الخلوي كرات صغيرة بروتينية مطمورة في الطبقة الداخلية او الخارجية وهي من السكريات البروتينية glyco protein والدهون البروتينة Lipo protein وقد تبرز هذه الكرات البروتينية على السطح الخارجي لغشاء الخلية حيث يعتقد انها تكون المستقبلات الهرمونية او مستقبلات للناقلات العصبية Neuro transmitters وقسم آخر يحمل تراكيب تشبه القنوات Channels لغرض التبادل الأيوني عبر الغشاء البلازمي او المسام (الثغور) Pores.

ومن الضروري ان نتذكر ان التركيب الكيمياوي للاغشية يختلف من خلية الى اخرى ومن عضو الى آخر وعليه تتحدد علاقة الخلية بالخلايا المجاورة ومايتبعها من اختلاف في الوظيفة كما وأن غشاء الخلية له دور مهم في المناعة البايولوجية حيث ان مواد معينة تؤثر بصورة خاصة في خلايا معينة وأخيراً فأن مكونات غشاء الخلية تتجدد باستمرار وهو باق طول عمر الخلية.



شكل (٢ – ٢) يوضح بناء غشاء الخلية . (أ) تنظيم الفوسفات الدهنية (ب) المتقدرة . (جـ) مقطع في غشاء متقدرة يبين كيفية تكوين ثالث فوسفات الادنوسين Lamb et al (1980)

٢ – النواة The Nucleus

وهي كروية كما في الخلايا المكعبة او بيضوية كما في الخلايا العمودية اوقد تتخذ اشكالا اخرى كالكلوية او حدوة الفرس اومفصصة كما في الكريات الدموية البيضاء وغالبا ما نجد نواة في الخلية غير أنه من الممكن ان نجد نواتين او اكثر كما في بعض خلايا الكبد او بعض خلايا العظم وهي اكبر اجزاء الخلية حجماً محاطة بغشاء نووي Nuclear envelope تخترقه مسام لها دور في تبادل المواد بين النواة والسايتوبلازم وتحتوي على الجينات الوراثية التي تكون مرتبطة فيما بينها على تراكيب خيطية الشكل تدعى الكروموسومات. ان الجينات تحتوي على كافة التفاصيل والمعلومات التي تحتاجها الخلية لغرض التكاثر... وهي تتكون من سلسلة كبيرة من جزيئات حامض الدي اوكسي رايبوز النووي DNA منتظمة في شكل يشبه السلم (الجذيلة) ذو التواء شبه حلزوني ... ويتكون جانبي السلم من وحدات متعاقبة من الكاربوهيدرات الفوسفاتية خماسية الكاربون 5 – Carbon sugar + phosphate groups .

اما ادراج السلم التي ترتبط مع وحدة كاربوهيدرات من كل جانب فتحتوي على ازواج احماض أمينية اما ادنين مرتبط مع الثايمين Adenine + thymine او كوانين مرتبط مع السايتوسين guanine + cytoine وتقوم هذه المركبات بنقل الصفات الخاصة بالوراثة.... اما بالنسبة لوحدات الكاربوهيدرات الفوسفاتية فلها علاقة بتقرير جزيئات البروتين.... واثناء التحولات الوراثية لتخليق البروتينات فان DNA يتحول الى جزيئات اخرى متعددة مشابهة لجزيئة تدعى حامض الرايبوز النووي المرسل Messanger RNA الذي يحتوي ازواج احماض امينية من الادنين...... المرتبطة مع الكوانين او السايتوسين مرتبط مع اليوراسين بدلاً من الثايمين وتغادر هذه الاخيرة النواة الى داخل هيولي الخلية عندها تقوم الجسيمات الرايبوزية Ribosomes بتصنيع البروتين المناسب الاحماض الامينية المتعددة Polypeptide ... وتحتوي النواة في اغلب الخلايا على النوية Neucleolus وهي جسم كروي الشكل يحتوي على كمية كبيرة من الرايبوز النووي RNA وتتعدد في بعض الخلايا التي تمر بدور النمو وتكون النوية مصدراً لل RNA الخاص بالرايبوزمات ويغلف النواة غشاء نووي مزدوج بينهما فراغ يسمى صهريج (مخزن) حول النواة perinuclear cistern وهو غشاء ذو نفاذية جيدة يسمح بمرور جزيئات ال RNA من النواة الى السايتوبلازم وتتخلل الغشاء مسامات او ثغور تكون

مغلفة بغشاء هلامي رقيق يعتقد انها تلعب دوراً في تبادل المواد بين النواة والهيولي.... وقد يرصع الغشاء النووي أحياناً بالجسيمات الرايبوزية او قد يكون ممتداً الى اغشية الشبكة البلازمية الداخلية كما تحتوي النواة على جبلة النواة التي ينتشر فيها الصبغين الكروماتين Chromatin، وهو عبارة عن حامض ديوكسي رايبوز النووي DNA متحد مع هستونات وتراكيب بروتينية اخرى وتقع بصورة كثيفة على السطح الداخلي لغلاف النواة.

٣- الشبكة البلازمية الداخلية endoplasmic reticulum

وهي عبارة عن شبكة من النبيبات الغشائية في هيولي الخلية. وهي اما ان تكون خشنة او ناعمة المظهر. وقد سميت بالخشنة بسبب وجود الرايبوزمات Ribosomes التي هي عبارة عن كريات صغيرة يبلغ قطرها ١٠٠ انكستروم وقد توجد الرايبوزمات أيضاً حرة او طليقة على شكل فرد او مجاميع تتكون من ٣- ٥ رايبوزومات في هيولي الخلية وهي تتالف من ٦٠٪ حامض الرايبوز النووي و ٤٠٪ من بروتين. ومن الوظائف الاساسية للرايبوزومات تخليق البروتين مستخدمة الاحماض الامينية الموجودة في الهيولي... ان الرايبوزمات المحمولة على الشبكة البلازمية الداخلية تكون خاصة لتخليق البروتينات المفرزة خارج الخلية الى خلايا اخرى في الجسم. اما الرايبوزومات الطليقة او الحرة في الهيولي فتكون خاصة لانتاج بروتين لنفس الخلية لتعويضها مما استهلك اثناء افعالها البايولوجية المختلفة. وتترتب الرايبوزومات بشكل زوجي على الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة.... اما بالنسبة للشبكة البلازمية الناعمة والتي غالباً ماتكون في انسجة العضلات Sarco-plasmic reticulum فتكون ضرورية لاحداث تقلصات العضلة وكذلك مهمة لانتاج الهرمونات الستيرويدية Steroid hormones في الخلايا الخلالية للخصية...... وخلايا الجسم الاصفر وقشرة الكظر.

٤- جهاز كولجي Golgi Apparatus :-

عبارة عن مجموعة من الشعيرات او الخيوط الناعمة تشكل شكلاً شبيهاً بالشبكة او بالصفائح او الاغشية داخل هيولي جميع الخلايا الحية لكنها غالباً ماتكون اكثر حجماً ومملوءة بالمواد الافرازية في الخلايا التي تفرز مواد بروتينية الى انحاء الجسم الاخرى كالغدد...

حيث تقوم هذه الاغشية بتغليف افرازات الخلايا وتكوين حويصلات تتحرك الى سطح الخليةً ثم تفرز الى الاعضاء الاخرى وقد لوحظ وجود بعض الانزيمات التّي تساعد على تكوين رابطة بين جزيئات السكر والبروتين لتكوين البروتينات السكرية glycoprotein في هذه الاغشية. كما ويقوم جهاز كولجي بتركيز الانزيمات الحالة التي تطرح الى الهيولي وعليه فانه يعتبر منشأ لتكوين الجسيمات الحالة (اللايسوسومات)

٥ – الجسيمات الحالة Lysosms : –

وهي تراكيب غشائية غير منتظمة يتراوح قطرها بين ١٠٠ – ٨٠٠ نايونمتر nm (انايونمتر = ١٠ أنكستروم) تتكون في جهاز كولجي وتحتوي على انزيمات حالة متعددة لها القابلية على تحليل البروتينات والكاربوهيدرات والفوسفات العضوية والاحماض النووية DNA و RNA ومتعدد السكريات المخاطية mucopoly Saccharide ويعتقد انها جهاز تنظيم للخلية وذلك لقابليتها على تحليل المواد اعلاه وتحليل بعض الاجزاء الخلوية التي لاتحتاجها الخلية اضافة الى قابليتها على تحرير الهرمونات من الحويصلات التي تحتويها كما في الغدة الدرقية ... كما وان التخلص من البكتريا المبلعمة Phagocyte من قبل الخلية يعتبر من الوظائف المهمة للجسيمات الحالة ويتم التخلص من نتائج التحلل بواسطة ابرازها خارج الخلية او امتصاصها من قبل الخلية.

٦ – الخيوط والنبيبات الدقيقة Micro filaments & Micro tubules : –

وهي تراكيب خلوية دقيقة موجودة في اغلب الخلايا الجسمية ... وتكون الخيوط الدقيقة على شكل عصيات قطرها ٤ – ٦ نايونمتر بينما النبيبات تكون اسطوانية الشكل مجوفة يبلغ قطرها حوالي ٢٥ نايونمتر وسمكها ٥ نايونمتر.. تتكون الخيوط الدقيقة من مادتي الاكتين والمايوسين Actin + myosin التي تكسب العضلة خاصية التقلص اما بالنسبة للنبيبات فتتكون من بروتينات اخرى اهمها التيوبيولين Tubulin .وتكثر الخيوط الدقيقة في الخلايا المكعبة والعمودية كما في الأمعاء وكذلك في الخلايا العصبية حيث تدعى الليفات العصبية – neurofibrils ... وكذلك في العضلات الملساء والمخططة حيث يطلق على الخيوط الرفيعة thin filaments ..... وكذلك الخيوط الغليظة course filaments وهما مسؤولان عن خواص التقلص في الخلايا وكذلك في المحافظة على شكل

الخلية اما بالنسبة للنبيبات فانها توجد في خلايا عديدة ولكنها تتمركز اثناء الانقسام الخلوي، حيث تكون مايسمى بالمغزل الأنشطاري mitetic Spindle وهي موجودة ايضا في الخلايا العصبية وفي كبيبات الكلية وعدسة العين والاهداب وذيل النطف ومن المحتمل ان تكون لها القابلية على التقلص او تشترك في نقل بعض المواد من منطقة الى اخرى ولكن ذلك لازال مثار جدل. ان هذه التراكيب لها القدرة على تنظيم بعض فعاليات الخلايا كالحركة، وتناول الطعام وتكوين المغزل الانشطاري، والمحافظة على شكل الخلية، ونقل المؤثرات العصبية وربما تنظيم كمية البروتين في جدار الخلية ولحد الآن لم تتوضح كيفية حدوث هذه الفعاليات لكن من الممكن ان نعتبر الخيوط الدقيقة على انها عضلات الخلية اما النبيبات الدقيقة فيعتقد انها تقوم بتنظيم وتنسيق القوة الناتجة من الخيوط الدقيقة.

٧- المتقدرات Mitochondria

وهي تراكيب اصبعية الشكل او بيضوية يتراوح حجمها بين ٢و٠ - ١٢ مايكرمتر كما في الشكل (٢- ١) تدعى الاعراف المتقدرية mitochondria cristae ويتناسب عدد الاعراف المتقدرية لكل متقدرة مع كمية الطاقة اللازمة لتلك الخلية ويختلف عدد المتقدرات ايضاً من خلية الى اخرى ومن نسيج الى آخر ولكنها تكون كثيرة العدد في تلك الخلايا التي تحتاج الى نشاط ايضي كخلايا الكبد والكلية ذلك لانها تعتبر وحدة توليد الطاقة الرئيسية للخلية حيث تقوم بتكوين ثالث فوسفات الادينوزين ATP بطريقة تدعى الفسفرة التأكسدية Oxidative phosphorylation لثاني فوسفات الادينوزين ADP. وبالعكس فان تحويل ثالث فوسفات الادينوزين الى ثاني فوسفات الادينوزين يولد طاقة ضرورية للفعاليات الداخلية للخلية مثل التقلص وتركيب البروتين والنقل الفاعل. ان الفكرة السائدة حالياً وانتاج ATP هي من خلال تفاعل تنافذي كيمياوي Chemi – Osmotic حيث تعمل اكسدة الـ ADP الى وضع الكترونات وبروتونات من الكربوهيدرات والدهون تعمل بواسطة جزيئات هايدروجين ناقلة NADR الى خمائر السلسلة التنفسية Respiratory – chain enzyme الموجودة في غشاء المتقدرات التي تقوم بنقل البروتونات الى جبلة الخلية عبر غشاء المتقدرات... ان فرق جهد البروتونات والالكترونات المتكونة يقوم بارجاع بروتونات عبر الغشاء الى داخل المتقدرات ومن خلال

هذه العملية يتم تصنيع الـ ATP .... ويعتقد البعض ان المتقدرات تحتوي على الاحماض النووية الخاصة بها DNA تختلف عن الاحماض النووية الموجودة في النواة من حيث الآصرة الكيمياوية ويمكن للمتقدرات ان تصنع البروتين.

٨- الهيولي (السايتوبلازم) Cytoplasm.

ان كافة الاجزاء والتراكيب الحيوية المحاطة بغشاء الخلية تكون مغمورة بهيولي الخلية او البلازما الزجاجي hyaloplasm وهو جزء مهم في الخلية، عديم اللون، يتكون من متعدد الببتيدات Polypeptide والبروتينات والانزيمات والايونات والماء بنسبة كبيرة كما وتحتوي الخلية على محتويات اخرى غير ثابتة في الخلية وتسمى المشتملات البلازمية Paraplasmic inclusions وهي اما من نتاج الايض الخلوي Cellular metabolism او خارجية المنشأ وتشمل على انواع مختلفة من الحويصلات الغنية بالكلايكوجين والدهون والاصباغ endogenous Pigment inclusion اوالحويصلات التي تحتوي على مواد غذائية او مخلفات نتاج الخلية....

- الأنتشار Diffusion : -

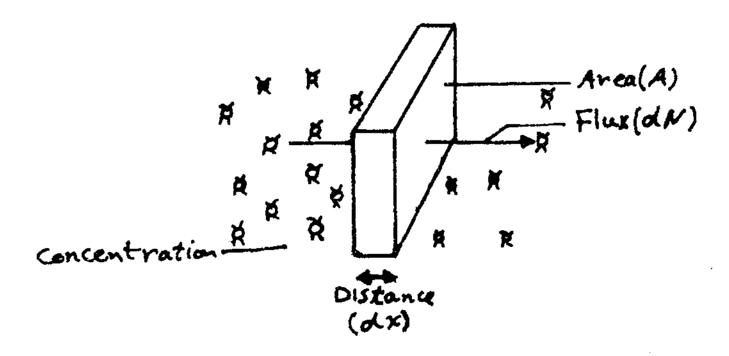
هو حركة دقائق او جزيئات مادة غازية كانت او سائلة او صلبة في وسط آخر مثل انتشار جزيئات مادة مذابة كالملح بين جزيئات مادة مذيبة كالماء مثلاً .... ويتم ذلك من خلال حركة جزيئات المواد التي تنتقل من مناطق التركيز العالي الى مناطق التركيز الواطئ الى ان يتجانس المحلول.

وقد وضع معدل أنتشار المواد حسب قانون فك للانتشار ficks low of diffusion كما في الشكل (٢- ٣).

ان كمية المادة المنتشرة في وقت معين تزداد مع فرق التراكيز والمساحة السطحية للانتشار وتتناقص مع المسافة او البعد اللازم للانتشار.

وقد حسبت في المعادلة الاتية

$$\frac{dn}{dt} = - DA \times \frac{dc}{dx}$$



شكل ٢ - ٣ يوضح قانون فك للانتشار (1980) Lamb et al

حيث ان dn / dt هي كمية المادة التي تعبر خلال وحدة زمنية معينة (تعني السرعة) من خلال مساحة معينة (A) تحت درجة انحدار متساو dc/dx. اما D فيمثل معامل الانتشار ، ويعتبر سالباً لان حركة الجزيئات من التركيز العالي الى التركيز الواطئ ، الذي يعتمد على حجم الجزيئة والوسط الذي تتحرك به ودرجة الحرارة. ولنأخذ حركة الماء على سبيل المثال فان سرعة انتقال جزيئاته تزداد كلما زادت القوة المحركة (في ارتفاعه مثلاً) ولكنها تنخفض مع زيادة المساحة كذلك تزداد السرعة مع زيادة المساحة بين منطقتي الانتقال.

ان جميع هذه العوامل قد اخذت بنظر الاعتبار في قانون فك وقد اضيف لها معامل الانتشار (D) ليكمل المعادلة وهو ثابت لأي مادة في ظروف معينة خاصة كحجم الجزيئات ولزوجة المادة المذيبة وكذلك درجة الحرارة وتنتقل جزيئات المواد اثناء الانتشار في حركة عشوائية لجميع الجهات يطلق عليها الحركة البراونية.

الحركة البراونية : Brownian mevement

ان الحدث الاساسي والمهم في عملية انتشار المواد هو القفز العشوائي للجزيئات (حركة براون) .وان معدل طول القفزة يعتمد على الظروف المحيطة فاذا كان هنالك فرق في التراكيز بين المنطقتين نجد ان الجزيئات تنتقل من منطقة التركيز العالي الى التركيز الواطئ لغرض حصول الموازنة بين المنطقتين. وقد عالج هذا الموقف العام انشتاين نظريا حيث اعتبر حركة كل جزيئة على انفراد هي حركة عشوائية random walk من نقطة البدء. اخذاً بنظر الاعتبار السرعة التي يتم بها الانتشار واستنتج ان الوقت اللازم للانتشار يتناسب مع مربع المسافة لذا فان مضاعفة المسافة تعني ان الوقت اللازم للانتشار سيزداد بمقدار اربع مرات ، في حين ان اختصار المسافة الى النصف ستقلل من الوقت بمقدار اربع مرات .

ولو تم تقدير الوقت اللازم لمعدل الانتشار الحقيقي في مسافات معينة محددة (شكل ٢- ٤) .

شكل ٢- ٤ يوضح وقت الانتشار في الماء Lamb et al (1980)

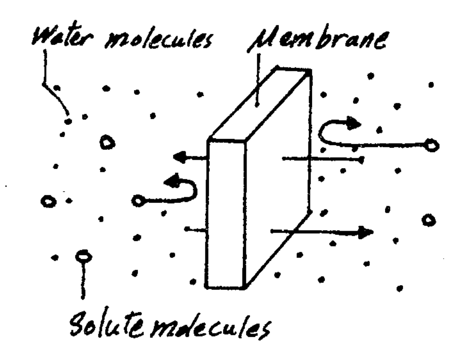
نجد ان انتشار الماء بين خلية ووعاء دموي شعري مجاور يحدث بصورة سريعة جداً ولكن لو كانت المسافة اطول كأن تكون ١٠ سم لحدث الانتشار بصورة بطيئة جداً.. والانتشار ملائم للمسافات القصيرة ولكنه غير ملائم للمسافات الطويلة ولهذا فان قطر الخلايا بحدود ١٠ مايكرومتر يكون ملائماً لحصول الانتشار بينها وبين الاوعية الدموية الشعرية الكثيفة الموجودة في الانسجة.. وتبعاً لذلك نجد ان سرع الانتشار لها اهمية كبيرة في تصميم الاجهزة البايولوجية... ان انتشار الغازات يكون اسرع مما هو عليه في انتشار السوائل (فرائحة العطر في غرفة مثلا تنتشر بسرعة اعلى من انتشار صبغة معينة في ماء مثلاً) وسبب ذلك يعود الى ان جزيئات الغاز تكون اقل تماسكاً من جزيئات السائل لذا نجد ان الحجم الذي تتحرك فيه الجزيئات عشوائياً يكون اكبر من المسافة ما بين جزيئات الغاز نفسها بينما في السوائل نجد أن الجزيئات تتحرك في فراغ اقل مسافة ما بين الجزيئات نفسها – لذا فأن مجال الحركة لجزيئات الغازات يكون اكبر ما هو عليه في السوائل.

التنافذ Osmosis :-

ويطلق عليه بالتناضح أيضاً وهو حركة جزيئات المذيب الى المنطقة التي فيها تركيز المذاب عالياً عبر غشاء غير ناضح للمذاب.

وتتميز اجهزة الكائنات الحية بوجود الاغشية التي غالباً تقلل من عملية انتقال جزيئات المذاب بصورة اكثر مما توثر على انتقال جزيئات المذيب (الماء عادة) ان هذه الحالة تؤدي الى زيادة كبيرة في تركيز جزيئات المذاب على جهة واحدة من الغشاء اكثر من الثانية بمعنى آخر نستطيع اعتبار ان الماء على جهة معينة من الغشاء وقد خفف الى درجة كبيرة بجزيئات المذاب اكثر مما عليه في الجهة الثانية ان ذلك سيؤدي الى انتقال الماء عبر الغشاء من جهة الى اخرى ليتعادل تركيزه في جهتي الغشاء.

ان الضغط الذي تولد سبب هذا الانتقال هو الضغط التنافذي او (الازموزي) Osmotic pressure لو اخترنا غشاء شبه نفاذ شكل (٢ – ٥) كان يكون نفاذ للماء فقط ولايسمح لجزيئات المذاب بالمرور، نجد ان التغير في الضغط التنافذي المتكون عبره ممكن ان يستعمل لحساب تركيز جزيئات المذاب (المواد الغريبة).



شكل ٢ – ٥ يوضح الضغط التنافذي عبر الغشاء نصف الناضح Lamb et al (1980)

ويحدث الضغط التنافذي لوجود اغشية نصف ناضحة تسمح بنفاذ جزيئات المذيب ولاتسمح لجزيئات المذاب.

ويمكن ان نتصور تحول الماء الى ثلج او الى بخار غشاء مثالياً فوجود جزيئات غريبة في الماء كالملح مثلا يقلل من درجة الحرارة اللازمة التي يتكون فيها الثلج وذلك لنقصان تركيز جزيئات الماء في الماء السائل وهذا يعد افضل طريقة لحساب درجة النفاذية Osmolarity لاى مادة في الماء ... ان اضافة مادة مانعة للتجمد مثل Ethylene glycol الى جهاز تبريد السيارة هي دليل على الاستفادة التطبيقية في خفض درجة الانجماد ... كما وأن الوحدات المستخدمة في قياس الضغط التنافذي هي (ازمول/ كغم).. ان كل ازمول / كغم من الماء يخفض من درجة الانجماد بمقدار ١,٨٦ مْ.

جدار وعاء الدم الشعري

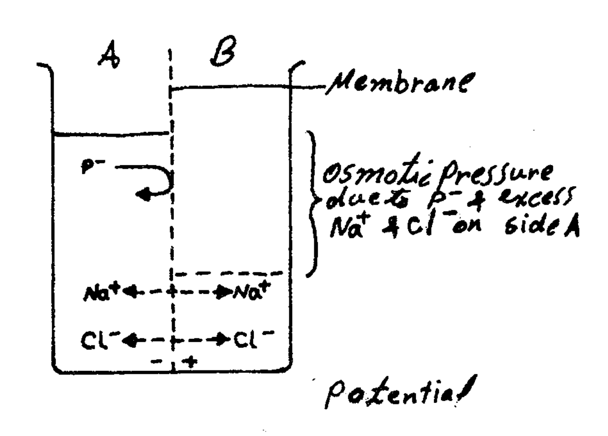
ان المواد ذات الاوزان الجزيئية التي تصل الى حد ٧٠,٠٠٠ يمكن ان تعبر جدار الوعاء الدموي الشعري عن طريق قنوات ما بين الخلايا شبيهة بالمسامات تكون مملوءة بالماء يبلغ قطرها حوالي ١٠ نانيومتر. وتشكل حوالى ٠,١٪ من المادة التي تشغلها ، فالجزيئات الصغيرة كالصوديوم والكلور، والكلوكوز والاحماض الامينية ، والهرمونات يمكن ان تعبر خلال جدار الوعاء الشعري بصورة سريعة ولكن سبب تباطؤها يعود الى أن المساحة السطحية المتوفرة للانتشار تكون محدودة . اما الجزيئات الكبيرة وبصورة رئيسية الالبومين وهواحد بروتينات بلازما الدم فلا يسمح له بالمرور عبر جدار الاوعية الشعرية ولهذا يؤدي الى حدوث فرق في الضغط التنافذي بين البلازما والسائل ما بين الخلايا . ان كمية هذا الضغط التنافذي الكلية للبروتينات والمسمى بالضغط الجرمي Oncotic pressure حوالي ١,٥ ملي اوزمول/ كغم وهذا يكافئ الضغط الهايدروستاتيكي (ضغط السائل) وهو حوالي ٢٥ مليمتر زئبق . ان هذا الضغط المهم جداً ، صغير قياساً بالضغط التنافذي الذي قد ينشا لو أن جدار الوعاء الشعري شبه نفاذ بصورة قياسية (مثلاً غير نفاذ للأيونات) بحدود ٣٠٠ ملي اوزمول/ كغم .

ان العالم سترلنك Starling بين ان هذا الضغط الجرمي هو العامل المسؤول عن موازنة ضغط الدم في الاوعية الدموية الشعرية وبهذا يجدد عملية توزيع الماء بين جهاز الدوران والسائل ما بين الخلايا . لقد بينت القياسات ان حوالي ١٦ ملم زئبق ضغط من مجموع الضغط التنافذي للبروتينات (البالغ ٢٥ ملم زئبق) آتية من وجود البروتينات والبلازما اما المتبقي منها فيعود الى التوزيع غير المتعادل للآيونات النفاذة (خاصة الصوديوم والكلور) عبر جدار الوعاء الشعري والذي يعود الى وجود الشحنات السالبة على بروتينات البلازما الذي يعرف بتوازن او انتشار جبس دونان Gibbs – Donan distribution .

توازن جبس دونان Gibbs – Donnan distribution :-

وهو ينشا (في عالم الاحياء) بين محلول يحتوي على جزيئات بروتين مشحونة واملاح ومحلول آخر يحتوي على املاح فقط يفصلها غشاء ويسمح للاملاح بالمرور بسهولة ولايسمح لجزيئات البروتين بذلك . ان مايترتب على ذلك نجده في توزع الآيونات التي لها القابلية على النفاذ عبر الغشاء وبصورة معينة لينتج عنها ما يأتي :-

أ) حدوث فرق جهد كهربائي عبر الغشاء حيث الجانب الذي توجد فيه جزيئات البروتين يصبح سالباً.



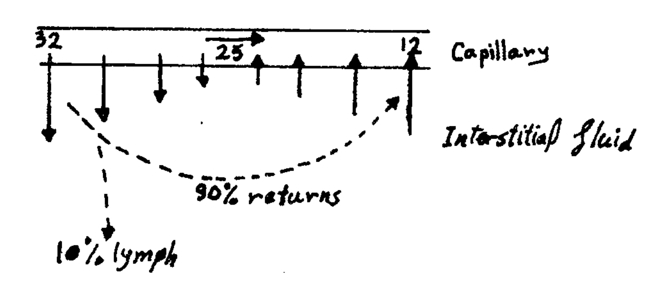
شكل (٢-٦) يوضح انتشار جبس دونان (Lamb et al 1980)

ب) هناك عدد كبير من الأيونات النافذة على جهة الغشاء المتجمعة عليه جزيئات البروتين مقارنة بالجهة الاخرى من الغشاء ولهذا نجد أن الفرق في الضغط بين جهتي الغشاء يعود جزئياً الى البروتين وكذلك الى زيادة عدد الآيونات النافذة في جهة الغشاء ذات الجزيئات العديدة من البروتين.

ج) ان مستوى الآيونات النافذة على كل جهة من الغشاء متساوية.

التبادل عبر جدار الوعاء للشعري:

تمتلك الاوعية الدموية ضغطاً في داخلها يسمح بدفع الدم الى الامام باتجاه الاوردة كذلك فأنها نافذة للسماح بالتبادل مع ما يحيط بها. وتتم المحافظة على سائل البلازما الموجود فيها من خلال ضغط البروتينات Oncotic pressre الذي يوازن ضغط الدم وبهذا يعمل على توقف اى فقدان في بلازما الاوعية الشعرية غير ان ضغط الدم غير متساوي على طول الوعاء الدموي الشعري وكما يوضح في الشكل (٢- ٧).



شكل (٢- ٧) يوضح التبادل عبر جدار الوعاء الشعري (Lamb et al 1980)

وهو يتراوح من ٣٢ ملم زئبق في البداية الشريانية الى حوالي ٢٥ ملم زئبق في الوسط والى حوالي ١٢ ملم زئبق عن النهاية الوريدية في حين يبقى ضغط بروتينات البلازما ثابتاً على طول الوعاء الدموي الشعري وهو حوالي ١٥ ملم زئبق. على هذا الاساس نجد ان الماء يترك الوعاء عند البداية الشريانية ويرجع الى الوعاء عند النهاية الوريدية كما في الشكل السابق ويدور حوالي ٢٠ لتر من الماء في اجسامنا يومياً بهذه الطريقة عبر جدران الاوعية الشعرية. ان هذا الجريان الهائل من الماء مع ما يحتويه من جزيئات المواد المذابة ينظم حجم الدم وبقية السوائل خارج الخلايا. اضافة الى جزيئات الماء والمواد المذابة بسبب الانتشار الذي يعمل على تنظيم توزيع المواد وهو اسرع من الجريان الذي سبقه فيتم تبادل السائل ما بين الخلايا مع السائل الموجود بالدم مرة واحدة يومياً بالطريقة الاولى (فرق ضغط الدم) في حين يتم التبادل بسبب الانتشار بين الماء الموجود في الدم والسائل ما بين الخلايا خلال ٤ ثوان فقط. والكلوكوز كل ٢٠ ثانية تقريباً وثاني اوكسيد الكربون خلال ثوان قليلة. ان جريان الماء الاعتيادي بسبب فرق الضغط يؤدي الى السيطرة على حجم الماء في حين ان الجريان بسبب الانتشار يعمل على تسوية الفرق في تراكيز المواد المذابة بالماء. ان الشكل السابق يوضح ببساطة العوامل ذات العلاقة بجريان الماء والمواد المذابة به بسبب فرق الضغط والحالة الطبيعية في الاوعية الدموية الشعرية وكما يلي :

من العوامل الاخرى ذات الاهمية هي حفظ النسيج فاذا كان عالياًسبب عودة الماء الى الوعاء الشعري. ان البروتينات تترك الاوعية الشعرية ببطء حوالي ثلثها / يوم ، وبهذا سيكون هنالك ضغط بروتينات في النسيج وآخر في الوعاء الدموي. في الرئة هنالك ايضاً شد سطحي بسبب التماس بين الهواء والسائل. ان هذه العوامل لها من الاهمية في توزيع السوائل في مناطق معينة من الجسم (كالرئة والكلى). كذلك فان وضع الجسم له تأثير في توزيع السوائل في الجسم فنجد ان الاقدام تتورم خلال النهار عند الوقوف لفترات طويلة ذلك بسبب زيادة ضغط الدم بها لكننا نجد عكس ذلك في المساء.

٢ . هنالك تنافذ آخر يحصل بسبب ضغط العضلات القابضة الموجودة في جدران الاوعية الدموية وهذا يحدث بفترات متقطعة وعليه فأن لكل وعاء شعري فترات من التنافذ يعقبها فترات اعادة امتصاص وبالتناوب من ذلك نجد أن لجهاز الدوران القابلية على تنظيم ضغطه ذاتياً ففي حالة حدوث فقدان لكمية من الدم نجد ان ضغط الدم ينخفض في الاوعية الشعرية وبهذا يتم اعادة امتصاص السوائل من بين الخلايا النسيجية الى الدم لغرض زيادة حجم الدم في الاوعية الدموية.

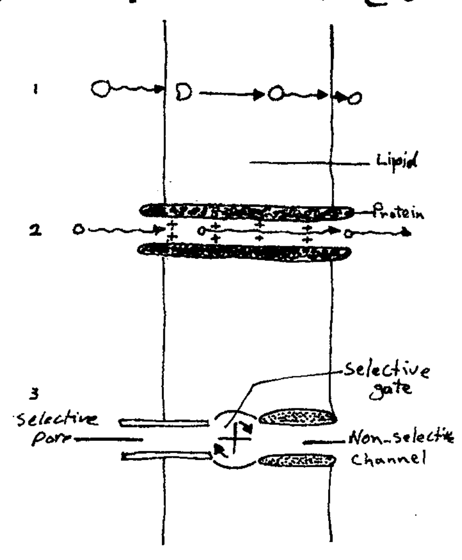
التبادل عبر غشاء الخلية : Cell Membrane exchanges

تتميز اغشية الخلايا الحيوانية بخاصية انتقاء المواد التي تمر من خلالها اكثر من جدران الاوعية الدموية الشعرية ولكن تختلف الاغشية فيما بينها حيث لكل منها مواصفاته وتعتمد درجة نفاذيتها على طبيعة وظيفتها وعملها. فكريات الدم الحمر مثلاً لها درجة نفاذية عالية للماء من الكلور ولكنها واطئة للصوديوم والبوتاسيوم في حين أن الاعصاب والعضلات لها درجة نفاذية عالية بالنسبة للصوديوم.

ميكانيكية انتقال المواد عبر غشاء الخلية :-

يتكون غشاء الخلايا من صفائح دهنية تتخللها مسامات ضيقة مملؤة بالماء وكذلك يحتوي على جزيئات ناقلةTransportMoleculs متخصصة ... أن المواد التي تدخل الخلايا او تتركها باحدى الطرق التالية او جميعها شكل (٢- ٨) :

١) الذوبان في مكونات غشاء الخلية.
٢) خلال المسامات المملوءة بالماء.
٣) التداخل او التفاعل مع جزيئات متخصصة في غشاء الخلية.



شكل (٢- ٨) يمثل الطرق الثلاث التي تستطيع من خلالها المواد الدخول عبر غشاء الخلية (lamb et al(1980

١ . الذوبان في غشاء الخلية :

ان الجزئيات التي لها القابلية على الذوبان بالدهن (ذات معامل دهن/ ماء عالي) ممكن ان تدخل الخلية بعد ان تذوب في مادة غشاء الخلية ثم تنتشر خلال الغشاء وبعدها تعبر وتدخل السائل البيني Intra Celluler fluid ان معدل سرعة دخول هذه المواد تعتمد على معدل دهن/ ماء.

وهناك علاقة موجبة ايضاً بين الوزن الجزيئي للمواد والدخول عبر هذه الطريقة ومثال على بعض المواد التي تستخدم هذا المسالك هي الغازات التنفسية Co_2, O_2 ، بعض مواد التخدير وكذلك بعض الادوية.

٢ . الانتشار خلال المسامات المملوءة بالماء :

ان الجزيئات الصغيرة التي لاتمتلك القدرة على الذوبان في الدهون تدخل الخلية عن طريق مسامات ضيقة مملوءة بالماء موجودة في غشاء الخلية الخارجي.

ويعتقد ان هذه المسامات تتخلل جزيئات البروتين الموجودة في اغشية الخلايا وتحمل شحنات موجبة وعلى هذا الاساس تسمح بمرور الجزيئات الصغيرة ذات الشحنات السالبة anions اكثر من الكاربونات ذات الشحنات الموجبة Cations بسبب التجاذب ان من اهم العوامل التي تقرر سرعة دخول الجزيئات بهذا السبيل هي حجم الجزيئة المتهدرجة وكذلك شحنتها ومثال على المواد التي تدخل بهذه الطريقة الماء ، الكلور، اليوريا ، الصوديوم ، البوتاسيوم وبعض الجزيئات الصغيرة الاخرى..... ان هذه المسامات تكون طويلة نسبيا يبلغ عرضها حوالي ١٠ انكستروم وطولها حوالي ٧٠- ١٠٠ انكستروم وهي تحتل حيزا قليلا من الغشاء ولايمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني ولانها ضيقة جدا فلا يتحول المسار في داخلها وهو متحد مع البروتين الموجود باواصر هيدروجينية .

٣. الارتباط المؤقت مع بعض مكونات غشاء الخلايا (الوسيط-الحامل)
Carrier–Mediated : هنالك جزيئات تدخل الى داخل الخلايا عن طريق الارتباط الموقت مع بعض مكونات غشاء الخلية او مايعرف بالوسيط الحامل.... ان هذا المعقد بطئ نسبيا ولكنه ذو خصوصية عالية فالمواد التي تدخل الخلية من هذا الطريق يمكن تشخيصها والتعرف عليها بسهولة ذلك لان عملية نقلها الى داخل الخلايا تصحبها بعض الظواهر التي تكون مغايرة لتلك التي تحصل في الطريقتين السابقتي الذكر(و مثال على ذلك الانتقال السريع لبعض الجزيئات الكبيرة كالسكر والاحماض الامينية غير القابلة للذوبان في الدهن) ان الجزيئات الوسطية الناقلة لازالت قيد الدراسة حيث ان عددها قليل (عدة مئات او الاف) وهي موجودة في جدار الخلية الامر الذي يتوجب عزلها وتحليلها كيميائيا وقد تم التعرف عليها من خلال بعض الظواهر الفسلجية لامن تركيبها الكيمياوي ولقد افترض انها جزيئات كبيرة معقدة من البروتين الدهني Lipo proteins مغروسة في جدار الخلية لها القابلية على ان تتحد بخصوصية مع جزيئات اصغر منها بكثير لغرض ادخالها الى الخلية .

بعض مواصفات الجزيئات الناقلة :

أ. التشبع Saturation

ان زيادة كمية المادة المنقولة يؤدي الى تشبع الجزيئات الناقلة نظرا لان عددها محدود نسبيا في جدار الخلية مما يجعلها تعمل في سرعة محددة .

ب . التخصص العالي High Specifity

كثير من الجزيئات الناقلة ذات تخصص عالي بالنسبة للمواد التي تنقلها فمثلا هناك جزيئات ناقلة فقط للبوتاسيوم وليس للصوديوم واخرى تنقل حامض اميني واحد دون غيره ....الخ .

ج . التنافس والاعاقة Inhibition & Competition

ان الجزيئات المتشابهة تتنافس فيما بينها على الارتباط المؤقت مع الجزيئات المنقولة ولو قدر لها ان ترتبط ولم تنقلها عندئذ تحدث حالة اعاقة متخصصة Specific inhibion مثال على ذلك الاوبين auabain .

التحسس لدرجة الحرارة Sensitive to temperature

ان مثل هذا النقل يكون حساسا للتغيرات الحاصلة في درجة الحرارة حيث ان تغير درجة الحرارة بمعدل ١٠ درجات مئوية يعمل على تغير سرعة الانتقال بمعدل مرتين او ثلاث مرات قياسا بالطريقتين السابقتين وهذا يعني ان النقل بهذه الطريقة يحتاج الى طاقة عالية والى اشتراك انزيمات ايضا .

ان الانتقال عن طريق الجزيئات الوسطية الناقلة يمكن ان يقسم الى قسمين رئيسيين :

الانتقال الموجب او الغير فعال Passive Transport والانتقال الفعال Active Transport

الانتقال غير الفعال : Passive Transport

وهو الانتقال الطوعي للمواد حيث تنقل المادة من المناطق التي يتواجد فيها تركيز عالي الى المناطق ذات التركيز الاقل لذا فان هذه الطريقة في الانتقال تعتمد على الضغط الازموزي وكذلك على تركيزها في ذلك الوسط ومثال على انتقال المواد بهذه الطريقة الانتقال عبر التنافذ والتناضح .

الانتقال الفعال : Active Trasport

هناك العديد من المواد التي تتجمع داخل الخلايا او خارجها والتي تتطلب ان تتحرك من والي الخلية عبر غشائها بغض النظر عن تركيز الوسط ضد ضغط التوازن المائي او الازموزي لها وكذلك ضد درجة التأين . ان مثل هذه الحركة تتطلب طاقة تنتج بواسطة الخلية تدعى العملية بالانتقال الفعال . لقد عرف منذ عشرات السنين ان تركيز البوتاسيوم K^+ في داخل الخلية اعلى مما هو عليه خارجها ..... ان ادامة هذه الحالة تعتمد على الطاقة الناتجة من عملية الايض ، لذا فان اول ماتعتمد عليه عملية الانتقال الفعال هو الطاقة المستمرة التي توفرها عملية الايض من الادنوسين ثلاثي الفوسفات ATR او من مصادر اخرى ، اما اذا توقف مصدر الطاقة هذا فان عملية النقل الفعال تتوقف..... وعموما فان الانتقال يصبح بصورة معاكسة . كذلك فان الصفة الاخرى للانتقال هو انه يحدث بصورة مغايرة لذلك الذي كان سيحصل تلقائيا بفعل العوامل الاخرى المؤثرة عليه . ان الانتقال الفعال للجزيئات غير المشحونة يكون ضد تركز المادة ، اما انتقال الجزيئات المشحونة فأن ذلك يكون اكثر صعوبة لان الايونات سوف تتاثر وكذلك بفرق الشحنة الكهربائية عبر الغشاء فالخلايا ذات الفرق في الجهد الكهربائي العالي (كالاعصاب والعضلات) نجد ان عدد ايونات الصوديوم Na^+ الداخلة اليها يكون عاليا مقارنة بايونات البوتاسيومK^+الخارجة منها التي يكون عددها منخفضا.......

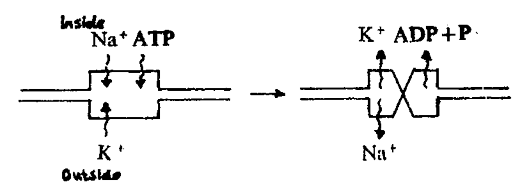
اما بالنسبة للخلايا ذات فرق جهد كهربائي قليل ككريات الدم الحمر ومعظم خلايا الجسم الاخرى فان دخول الصوديوم Na^+ يكون اقل واما خروج البوتاسيوم عبر غشاء الخلية فيكون اكثر مما هو عليه في العضلات والاعصاب . ولاجل موازنة تركيز كل من الصوديوم والبوتاسيوم داخل الخلية فان مضخة الصوديوم تعمل لادامة تركيزهما بصورة مستقرة .

مضخة الصوديوم : Sodium Pump

ان خاصية انتقال الصوديوم المستمر عبر جدار الخلية الى داخلهايقابلها وجود مايعرف بمضخة الصوديوم التي تعمل على اخراج الصوديوم الى خارج الخلية والمحافظة على الشحنة الايونية للخلية . وتشترك جزيئات الفوسفات الدهنية Phospho–lipids الكبيرة

الموجودة على السطح الخارجي لغشاء الخلية دوراً مهماً في عمل مضخة الصوديوم نظراً لاحتوائها على انزيم الادنوسين ثلاثي الفوسفات الذي له القابلية على تحليل الادنوسين ثلاثي الفوسفات.

تمتلك جزئيات الفوسفات الدهنية عندالراحة على ثلاثة مواضع احدها لاتحاد الصوديوم وآخر لاتحاد الادنوسين ثلاثي الفوسفات مواجه لداخل الخلية والثالث لاتحاد البوتاسيوم مواجه **لخارج الخلية شكل (٢-٩)**.



شكل (٢-٩) مخطط يوضح عمل مضخة الصوديوم Lanb et al (1980)

وعندما يتم اشغال هذه الاطراف كل حسب الايون الذي يرتبط به يحصل تغير في شكل الجزئية ينتج عنه انشطار Split في الادنوسين ثلاثي الفوسفات الى ادنوسين ثنائي الفوسفات ADP وفوسفات P داخل الخلية ويتم طرح ايون الصوديوم الى خارج الخلية. وادخال ايون البوتاسيوم الى داخل الخلية كما في الشكل السابق عندئذ تهدا الجزئية وترجع الى شكلها الطبيعي. ويعتقد ان الجزئية الخاصة بالمضخة هي مزدوجة يتكون كل نصف منها من جزئين كبيرين يبلغ الوزن الجزئي لاحدهما حوالي ٤٠٠٠٠ والآخر حوالي ٩٠٠٠٠ ٠٠٠٠ في كريات الدم الحمر وتحت الظروف الطبيعية نجد أن ايونات البوتاسيوم تدخل الى داخل الخلية مقابل كل ثلاث آيونات صوديوم خارجه منها وكذلك تنشطر جزئية واحدة من الادنوسين ثلاثي الفوسفات. وقد تتغير هذه النسبة احيانً تحت ظروف اخرى. ونتيجة لهذه المكننة في النقل نجد أن جهداً كهربائياً electrogenic Potential مباشراً يحدث احياناً لعدم تجانس انتقال الشحنات وكذلك حدوث جهد غير مباشر نتيجة للتغير الحاصل في التركيز الآيوني.

أن طرف اتحاد آيون البوتاسيوم له الفة كيمياوية للبوتاسيوم($K^+ - Km$) بمقدار حوالي واحد ملي مول، وهو عموماً مشبع في الظروف الاعتيادية حيث ان تركيز البوتاسيوم الموجود في السائل بين الخلايا يكون بمقداره ملي مول اما طرف اتحاد آيون الصوديوم

الموجود داخل الخلية فلديه الفة كيمياوية للصديوم $Na^+ - Km$ بمقدار ٢٠ ملي مول وهو مشبع بدرجة اقل من النصف لان تركيز الصوديوم داخل الخلية في الظروف الطبيعية يكون بحدود ١٠ ملي مول. وهذا يعني ان زيادة تركيز آيون الصوديوم داخل الخلية سوف يؤدي الى تشبع طرفه وبالتالي بدء عمل مضخة الصوديوم. وتحتوي الخلية الطبيعية التي يبلغ قطرها حوالي ١٠ مايكرون بحدود مليون مضخة صوديوم وكل منها يعمل حوالي ٣٠ مرة في الثانية. وقد يتغير عدد مضخات الصوديوم او عدد مرات عمل كل مضخة ليلائم الظروف الغير طبيعية التي قد تتعرض لها الخلية. وتستهلك الخلايا كمية كبيرة من الطاقة لادامة عمل مضخات الصوديوم الموجودة فيها والذي يصل احياناً الى حوالي ٣٠٪ من كمية الطاقة التي نتناولها.

العوامل الناجمة عن وجود مضخات الصوديوم :

تحتوي جميع الخلايا على مضخات صوديوم في غشائها الخارجي تعمل على بقاء تركيز ايون الصوديوم داخل الخلايا واطئ المستوى وبقاء تركيز ايون البوتاسيوم اعلى مما هو عليه في الخارج الامر الذي يؤدي الى استمرار عدة فعاليات منها :

١ ، ان الخلايا تحتوي على تركيز عالي من البروتين وجزيئات كبيرة اخرى اكثر من السائل البيني الامر الذي يجعلها بحاجة الى ماء باستمرار وذلك فان الماء يستمر بدخول الخلية. ان عمل مضخة الصوديوم المستمر يؤدي الى التخلص من التركيز العالي لآيون الصوديوم وبذلك التخلص من كمية الماء الفائضة التي قد تؤدي الى انتفاخ الخلية وبالتالي انفجارها في حالة توقف مضخة الصوديوم.

٢ . تحتاج الانزيمات الموجودة داخل الخلايا الى وجود آيون البوتاسيوم لادامة عملها والذي يتوقف بزيادة تركيز آيون الصوديوم.

٣ . ان ارتفاع تركيز آيون البوتاسيوم داخل الخلية وانخفاض آيون الصوديوم يوفر الاساس لخواص الانشطة الكهربائية للخلايا المتهيجة كالخلايا العصبية.

٤ . ان دخول آيون الصوديوم الى داخل الخلية يعتبر مصدر للطاقة ايضا ويستخدم لادامة عمليات النقل الفعال الاخرى. كما يحدث في نقل الحوامض الأمينية الى داخل الخلية وطرد آيون الكالسيوم الى خارج الخلية .... الخ.

٥ . ان الخلايا الطلائية تحتوي على عدد كبير من مضخات الصوديوم في جهة واحدة من غشائها اكثر من الجهة الاخرى لذا نجد ان الصوديوم ينتقل عبر الخلايا يعقبه خروج الماء وايون الكلور بطريقة الانتقال الموجب Passive Transport التي لاتحتاج الى طاقة وهذا هو الاساس في نقل السوائل بالكلية وجلد الضفدعة والامعاء والمثانة .... الخ .

الفصل الثالث

تركيب فسلجة الانسجة

بالرغم من أن كلا من علمي الفسلجة وعلم الانسجة يدرسان كعلمين منفصلين الا انها في الواقع يشكلان جزءا مهما من مجموع الدراسات الكاملة من جسم الحيوان .

ان معرفة تركيب الانسجة تفصيليا يضفي معلومات قيمة عن وظيفة العضو وكما هو معلوم فأن مجموعة الخلايا المتشابهة تكون نسيجاً ومجموعة الانسجة المختلفة تكون عضواً . ومجموعة الاعضاء التي تشارك في عمل متكامل تكون جهازاً . ولغرض معرفة تفاصيل عمل ووظائف اي عضو لابد من معرفة تركيبه النسيجي بصورة تتناسب مع طبيعة عمل ذلك العضو ومدى تأثيره على حياة الكائن الحي . وكما ان علم الفسلجة يعني بوظائف الاعضاء فأن علم الانسجة يعني بدراسة كيفية بنيان وتنظيم خلايا وانسجة جسم الكائن الحي ومن ثم الوصول الى طبيعة عملها وانسجام وظائفها بالشكل الذي يؤمن استمرار الحيوان في المحيط الذي يعيش فيه . وهنا سنسلط الضوء على تفاصيل تركيب وفسلجة انسجة جسم الحيوان بصورة عامة تهيئ للدارس الخلفية العلمية المناسبة لدراسة واستيعاب علم الفسلجة وعلاقة البنيان بالوظيفة . ولاجل ذلك سنتطرق الى انواع الانسجة الرئيسية في جسم الحيوان وهي : —

١) الظهارة اوالانسجة الطلائية Epithelial Tissues
٢) الانسجة الظامة والساندة او الرابطة Cennective supportive Tissues
٣) الانسجة العضلية Muscular Tissues
٤) الانسجة العصبية .Nervous Tissues

- الظهارة او الانسجة الطلائية Epithelium : -

هي مجموعة خلايا متلاصقة فيما بينها التصاقاً وثيقاً على هيئة صفائح ذات طبقة واحدة او عدة طبقات تغطي سطح الجسم الخارجي.. كما وانها تغطي كافة الاعضاء كالمعدة والامعاء والكبد والكليتين والقلب ..... الخ وتبطن كافة التجاويف الموجودة في الجسم كالتجويف الصدري والبطني او تجاويف بعض الاعضاء كالاوعية الدموية والقناة الهضمية والقناة التناسلية... وتنشأ الظهارة من الطبقات الانتاشية (الجرثومية) الجنينية Embryonic germinal layers حيث يكون الاديم الظاهر (الادمة الخارجية) Ectoderm الظهارة التي تغطي سطح الجسم الخارجي بينما ينشأ من الاديم الباطن (الادمة الداخلية) Endoderm الظهارة التي تكون معظم الجهاز الهضمي والتنفسي ، في حين ان الاديم المتوسط (الادمة الاوسطى) Mesoderm يكون الظهارة التي تبطن الجهاز الوعائي وتجاويف الجسم وبعض اجزاء الجهاز التناسلي والبولي وتفصل الظهارة عن الانسجة التي تقع تحتها طبقة رقيقة مكونة من صف واحد من الخلايا تسمى الغشاء القاعدي Basal membrane الذي يتكون من متعدد السكريات المخاطية Mucoid poly saccharide وطبقة من الياف شبكية وغروية . وتقوم خلايا الانسجة الطلائية بعدة وظائف حيث تتخصص مجاميع منها بافعال فسيولوجية مختلفة كالافراز والابراز والامتصاص... بينما يختص قسم آخر لحماية بعض الاعضاء وسطح الجسم ؛ ويبين الفحص المجهري للخلايا الظهارية انهايمكن ان تصنف الى صنفان تبعاً لتعدد طبقات الخلايا الموجودة وهما : -

١) الظهارة البسيطة Simple Epithelium
٢) الظهارة المطبقة (متعددة الطبقات) . Stratifiled Epithelium

الظهارة البسيطة Simple Epithelium

وتتالف من طبقة واحدة من الخلايا الظهارية اضافة الى الغشاء القاعدي الذي يقع تحتها. ويمكن تقسيم الظهارة الى اربعة انواع حيث شكل الخلايا التي تتكون منها (شكل ٣-١) وهي :

١. الظهارة الحرشفية البسيطة Simple squamaus Epithelium

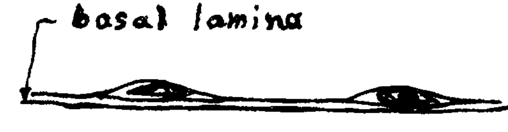
وهي طبقة واحدة من خلايا مسطحة حرشفية الشكل غير منتظمة ذات نواة كروية او بيضوية الشكل تقع في وسط الخلية وتلتصق فيما بينها مكونة طبقة واحدة. ويغطي هذا النوع من الخلايا الاسطح الداخلية لتجاويف الجسم والرئتين وتسمى الظهارة المتوسطة mesothelium او يبطن الاوعية الدموية واللمفاوية والقلب فيسمى البطانة Endothelium كما وانها توفر غطاءاً ناعماً للانسجة المختلفة .

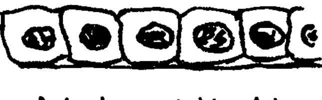
٢. الظهارة المكعبة البسيطة Simple Cuboidal Epithelium

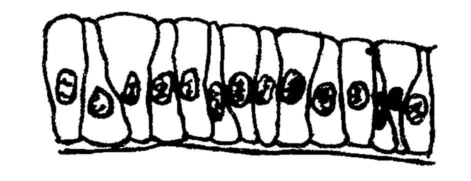
وتتالف من طبقة واحدة من الخلايا المكعبة ذات ابعاد غالباً ماتكون متساوية تقريباً الا في بعض الاحيان حيث تظهر سداسية الشكل عند رؤيتها من السطح. وتوجد الظهارة المكعبة في الاعضاء الافرازاية كالغدد العرقية والغدد الصم فتسمى الظهارة الافرازية Secretory Epithelium كذلك فانها توجد في بعض القنوات كقنوات و نبيبات الكلية .

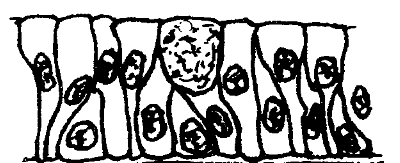
٣. الظهارة العمودية البسيطة Simle Columnar Epithelium

وتتكون من خلايا رفيعة طويلة اسطوانية الشكل ترتكز قاعدتها على الغشاء القاعدي من جانب اما نهايتها الاخرى فتكون طليقة وهي تبطن بعض الاعضاء التي لها وظائف امتصاصية او افرازية كالمعدة والامعاء والمثانة. وقد تكون مزودة بامتدادات شعرية Cilia او اهداب تتحرك بصورة موجبة تدفع دقائق الغبار وتسمى عندئذ بالخلايا الظهارية المهدبة Ciliated Epithelial وهي تبطن المسالك التنفسية وقناني البيض في الرحم لتسهيل حركة البويضة.









شكل ٣–١ رسم تخطيطي جامع لانواع الظهارة البسيطة Wheater *et al* (1982)

٤ . الظهارة العمودية الطباقية الكاذبة Pseudeostratified Columnar Epithelium

وتتكون من طبقة واحدة من الخلايا العمودية تظهر وكأنها عدة طبقات بسبب عدم انتظام شكل وحجم وطول الخلايا ولاسيما وان نويات هذه الخلايا تكون على مستويات مختلفة وغالباً ماتكون هذه الخلايا مزودة بأهداب وهي تبطن الغدد اللعابية واعالي الجهاز التنفسي والجهاز التناسلي .

الظهارة المطبقة

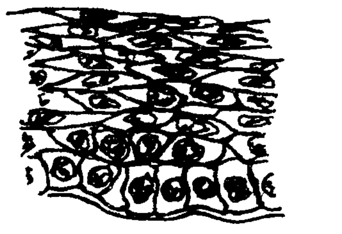
وتتالف من طبقتين او اكثر من الخلايا الظهارية وتكون اكثر سمكاً ومتانة من الظهارة البسيطة . وترتكز الطبقة القاعدية على الغشاء القاعدي الذي غالبا مايتكون من خلايا مكعبة الشكل. وتتكون الظهارة المطبقة من عدة انواع تبعاً للشكل الخارجي للطبقة الظهارية العلوية (شكل ٣-٢) وهي :

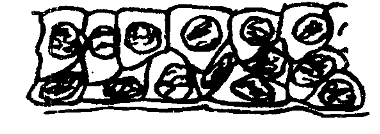
١ . الظهارة المطبقة الحرشفية Stratified Squamous Epith.

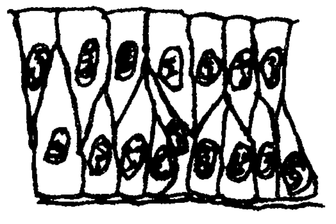
تتكون من ثلاث الى خمس طبقات من الخلايا الظهارية يطلق على الطبقة القاعدة منها الطبقة القاعدية Stratum basale وتتشكل من صف واحد من الخلايا المكعبة او العمودية . اما الطبقة التالية فتتألف من عدد غير ثابت من الخلايا المضلعة ذات نتوءات شوكية دقيقة تبرز من اسطح الخلايا ولذلك سميت بالطبقة الشوكية Stratum Spinosum بواسطتها يتم ترابط خلايا هذه الطبقة بصورة وثيقة وقد تسمى الجسيمات الرابطة desosomes اما الطبقة الخارجية فتتكون من خلايا حرشفية مسطحة رقيقة بعض منها تفقد النوى وتتجمع فيها مادة الكيراتين وتتقرن فتسمى حينئذ الظهارة المتقرنة Keratinized لاتلبث بعد فترة ان تنسلخ عن الطبقة التي تليها. وتعتبر خلايا هذا النوع من امتن الخلايا الظهارية واكثرها سمكا. تغطي سطح الجلد كما انها تبطن اعالي جهاز الهضم حتى المعدة في حيوانات المعدة البسيطة اما في المجترات فانها تبطن كذلك الكرش والشبكية والورقية ، وتبطن المستقيم والمهبل.

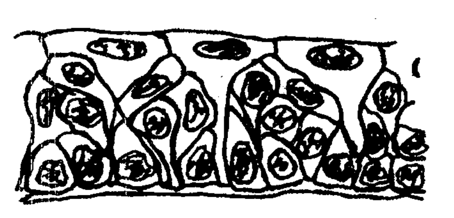
٢ . الظهارة المطبقة المكعبة Stratified Cuboidal Epith.

غالبا ماتتألف من طبقتين وقد تكون ثلاث طبقات من الخلايا المكعبة









شكل ٣-٢ رسم تخطيطي جامع لأنواع الظهارة المطبقة ويتر وجماعته
Wheater et al (1982)

اولا :- الغدد ذات الأفراز الخارجي

هي الغدد التي ينتقل افرازها الى مناطق اخرى بواسطة قنوات . ويعتمد تصنيفها على شيئين رئيسيين :-

١) شكل الغدة Morphology of the Glaond :-

وطبقا لهذا التصنيف فان الغدة اما ان تكون بسيطة او مركبة وتحتوي الغدد البسيطة على قناة واحدة غير متفرعة (شكل ٣-٣) اما وحداتها الافرازية فتكون اما أنبوبية او عنيبية (حويصلية) الشكل Aciner..... والوحدة الافرازية الحويصلية تكون كروية الشكل او شبيهة بالكيس وتتفرع احيانا..بينماتكون الوحدة الافرازية الانبوبية ملفوفة coiled او متنوعة . في حين تكون الغدة مركبة عندما تتفرع قناتها الافرازية... ان الوحدة الافرازية للغدة المركبة تشابه الوحدة الافرازية للغدد البسيطة الا انه قد يظهر الشكلان الانبوبي والحويصلي في نفس الغدة المركبة وكما هو موضح في الجدول (٣-١).

٢) طريقة الافراز Mode of Secretion :-

يتم افراز محتويات الخلية الافرازية عن طريق تقلص الخلايا العضلية الظهارية Myoepithelial Cells المنتشرة بين الخلايا الظهارية الافرازية . وتحتوي الخلايا العضلية الظهارية على استطالات بلازمية متشابكة رقيقة تبطن بعض القنوات الافرازية للغدد ذات الافراز الخارجي Exocrine glands كالغدد اللعابية والعرقية وكذلك توجد في البنكرياس . وبالحقيقة فان خلايا هذه الطبقة لاتشترك بعملية الامتصاص او الافراز بل تعطي القنوات متانة وقد تمتد خلايا هذه الطبقة قليلا فتصبح اسطوانية الشكل عندها يطلق عليها اسم الظهارة المطبقة العمودية. Stratified Columnar Epith

٣ . الظهارة المطبقة الانتقالية Stratified Transitional Epith :

وتسمى ايضا الظهارة المطبقة المتحولة لانها تظهر باشكال متباينة تتألف هذه الطبقة من خلايا ظهارية حرشفية او مكعبة لها القدرة على تغيير حجمها حسب درجة تمدد جدارها . ان شكل وعدد طبقات خلايا هذا النوع متغير حيث انه يعتمد على درجة تمدد

الخلايا وقد تكون عدد طبقاتها خمس عند الارتخاء وقد تصل الى طبقتان واحيانا طبقة واحدة عندما تكون في حالة التمدد الشديد. ويبطن هذا النوع المثانة والحالبان.

الغدد Glands

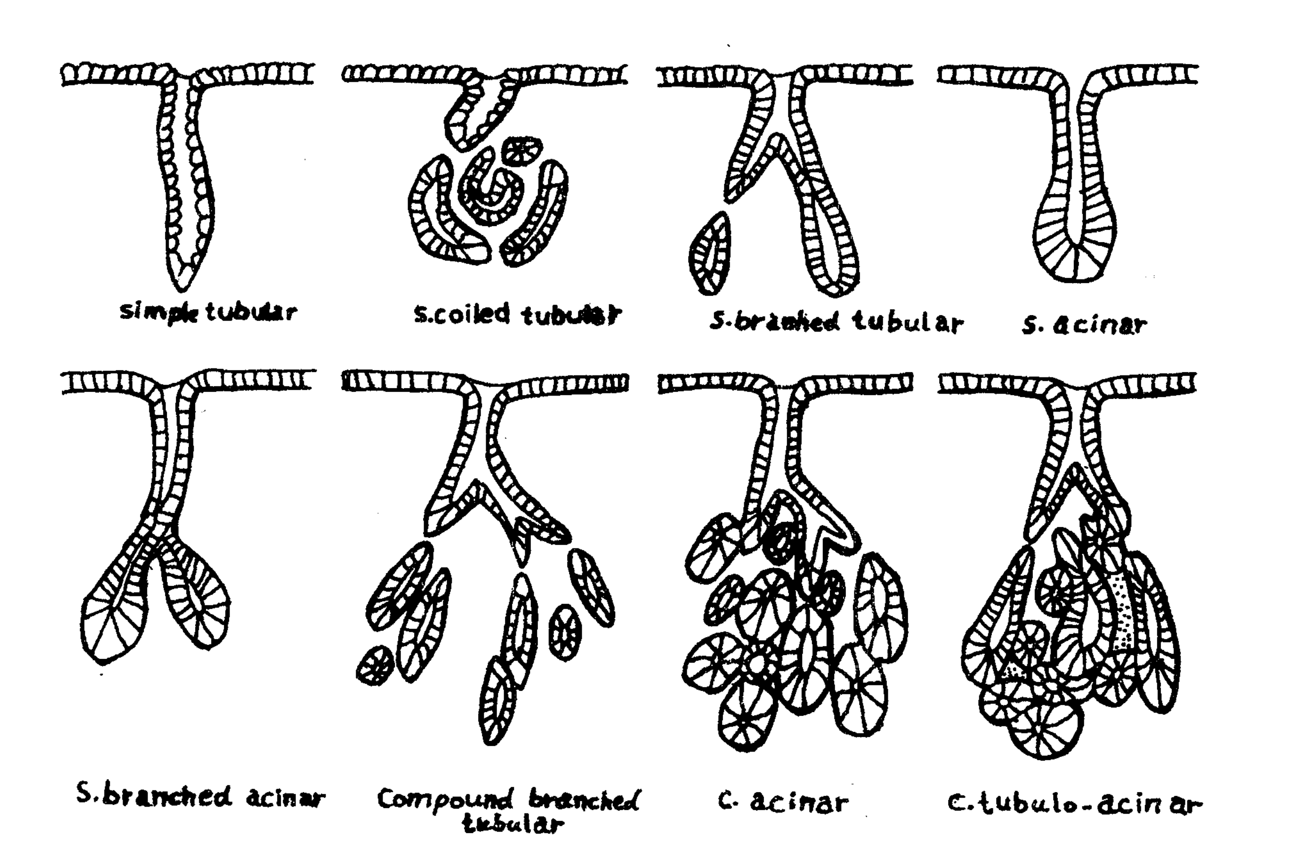
وهي عبارة عن تراكيب تتألف من خلايا ظهارية غالبا ماتكون مكعبة او عمودية متخصصة للافراز Secretion او الابراز Excretionوهي موزعة في اغلب مناطق الجسم. ويمكن تصنيفها الى صنفان رئيسيان:

١) الغدد ذات الافراز الخارجي Exocrine Glands
٢) الغدد ذات الافراز الداخلي (الغدد الصم) Endocrine Glands

كالسلة تحيط بالخلايا الظهارية الافرازية. وعند تقلص هذه الاستطالات فانها تدفع محتويات الخلية الافرازية الى خارج الخلية ويتم عندئذ الافراز. ويمكن تصنيف الغدد تبعا للطريقة التي تسلكها الغدة في طرح افرازها. فأما ان تكون على شكل حبيبات افرازية تطرح دون ان تسبب ضررا على جبلة او غشاء خلايا الغدة وتسمى عندئذ طريقة الافراز الحبيبي Merocrine Secretion، او تسبب ضررا جزئيا لجبلة او غشاء الخلية الافرازية وتدعى طريقة الافراز الجزئي او القمي Apocrine Secretion ومثال على ذلك افراز الدهون من غدد الثدي او العرقية. ويكون الافراز كليا Holocrine Secretion عندما تلفظ الخلية كافة محتوياتها الافرازية والخلوية فتتحطم الخلية ومثال ذلك الافرازات التناسلية الذكرية والانثوية حيث ان كلاهما يحتويان على خلايا مفرزة كاملة.

ثانيا: الغدد ذات الافراز الداخلي (الصم)

وتتألف من مجاميع مختلفة من الخلايا الظهارية التي لاتحتوي على نبيبات او قنوات Ductless glands لتنتقل افرازاتها الى مناطق الجسم الاخرى ولكن افرازاتها تنتقل مباشرة الى سوائل الجسم كالدم واللمف حيث تحيط بها شبكة من الاوعية الدموية الشعرية. ويطلق لفظ هرمون Hormone على منتجاتها الافرازية ومثال ذلك الغدة النخامية، الدرقية، والكظرية. وعموما فان الغدد اما ان تتألف من خلية واحدة كالخلية الكأسية



شكل (٣-٣) رسم تخطيطي جامع لانواع الغدد ذات الافراز الخارجي Wheater *et al* (1982)

جدول ٣-١ يوضح تركيب الغدد خارجية الافراز مع انواع ومواقع افرازاتها

شكل الغدة	نوع الخلايا	نوع الافراز	الموقع في الجسم
بسيطة انبوبية	كاسية او مكعبة بسيطة	مخاطية	الامعاء الغليظة
بسيطة انبوبية ملفوفة	بسيطة مكعبة او عمادية او مكعبة طباقية	مصلية	الجلد (عرقية)
بسيطة عنيبية	ظهارة عمادية طباقية كاذبة	مخاطية	المعدة
بسيطة عنيبية متفرعة	ظهارة مطبقة	مصلية	الجلد (عرقية)
مركبة انبوبية	ظهارة مكعبة	مخاطية	الاثني عشر
مركبة عنيبية	ظهارة مكعبة بسيطة	مصلية	البنكرياس
مركبة انبوبية عنيبية	ظهارة مكعبة	مصلية مخاطية	الغدة اللعابية تحت الفك

Globlet Cell ، يطلق عليها الغدد احادية الخلية وكمثال ذلك الغدد المخاطية ، اوتتكون من مجاميع من الخلايا الغدية كما في اغلب الغدد كالغدد اللعابية Salivary glands او الغدد الصم.

الانسجة الرابطة
(الانسجة الضامة والساندة)

Connnective and Supportive Tissues

قد تسمى ايضا الانسجة الرابطة حيث انها تستخدم في ربط انسجة واعضاء الجسم المختلفة بعضها ببعض وبذلك فانها تكسب العضو شكله الطبيعي وهي تشارك في تنظيم حرارة الجسم والايض المائي Water Metabolisn وخزن الدهون . كما وانها تلعب دورا مهما في الدفاع عن الجسم ضد المسببات المرضية لانها تكون خلايا النسيج الشبكي هذا اضافة الى اهميتها في اصلاح انسجة الجسم المختلفة . وينشا النسيج الرابط في الادوار الجنينية من طبقة الاديم المتوسط Mesoderm فيسمى عندئذ الميزنكايما ((اللحمة المتوسطة)) Mesen chyma وهي خلايا غير منتظمة الشكل تحتوي على روافد طويلة قد تتشابك فيما بينها ولاتحتوي على الياف Fibers اما النسيج الضام البالغ فيتميز بوجود الخلايا المولدة للالياف Fibroblasts والالياف.....

- خلايا الانسجة الضامة :-

وتتالف من ثلاثة انواع وهي :-

ا.خلايا تقوم بتصنيع وادامة المواد الخارجية للخلايا Extracellular كالالياف.
ب.خلايا لها القدرة على ايض وخزن الشحوم وتسمى بالخلايا الدهنية Adipoctes وهي تشكل النسيج الشحمي.
ج. خلايا مهمتها الدفاع عن الجسم وتكوين المناعة فيها.
اما بالنسبة لالياف النسيج الضام فتكون من ثلاثة انواع رئيسية هي :-

ا. الالياف الغروية الكولوجينية (الالياف البيضاء) Collagen fibers :

وتشكل نسبة عالية من الياف النسيج الضام وهي بيضاء اللون ذات اطوال مختلفة وقوة شد عالية موجودة في كافة انحاء الجسم كالاوتار Tendons والاربطة Ligaments كما وانها تغطي الاعضاء.

ب . الالياف الشبكية Reticular fibers

تتالف من شبكة الياف رقيقة ساندة لبعض الاعضاء كالكبد والغدد اللمفاوية والغدد الصم والاوعية الشعرية والالياف العضلية والاعصاب ويعتقد انها اوليات الالياف الغروية Precollagenous fibers .

ج . الالياف المرنة (المطاطة) Elastic fibers

وهي الياف لماعة صفراء اللون لها القدرة على التمدد لوجود مادة الالاستين (المرنين) Elastin البروتينية فيها وتكثر في الانسجة التي تحتاج الى مرونة عالية كالرئتين والشرايين والرباط المنخعي Ligamentum nuchae في مؤخرة العنق.

انواع الانسجة الضامة والساندة :

١ . النسيج الضام الشبكي Reticular Connective Tissue

يتالف من خلايا كبيرة ذات زوائد متفرقة لها القابلية على توليد الالياف الشبكية وتتميز الخلايا بقدرتها على التغير الى اصناف متعددة ولها وظائف واسعة اضافة الى مقدرتها على ابتلاع الاجسام الغريبة والقضاء عليها phagocytosis وخصوصا تلك الموجودة في العقد اللمفاوية والطحال (شكل ٣-٤).

٢ . النسيج الضام الشحمي Adipose Connective Tissue :-

ان اساس هذا النسيج هو النسيج الضام الشبكي غير انه يتحول بعد ان يتراكم الشحم فيه عن طريق دخول قطرات دهنية داخل هيولي الخلية لاتلبث ان تتكون قطرة كبيرة عندئذ تاخذ الخلية شكلاً كرويا (مؤشرة امتلاء الخلية بالقطرات الدهنية).... وتكون الخلية الشحمية احادية الفجوة unilocular Cell عندما تكون في داخل جبلة قطرة شحمية كبيرة او عديدة الفجوات multilocular Cell عندما تحتوي جبلتها على قطرات دهنية متعددة (شكل ٣-٥).

ويساهم هذا النسيج في العزل الحراري في الجسم كذلك فانه يشارك بعض الانسجة الرابطة الاخرى في عمل وسادات لوقاية بعض اجزاء الجسم.... هذا اضافة الى دوره الاساسي في عملية ايض الدهن تحت السيطرة الهرمونية والعصبية.

٣. النسيج الضام الرخو او المفكك Ioose (areolar) Connective Tissue

ينتشر في كافة انحاء الجسم وخصوصا تحت الجلد وحول الاوعية الدموية والاعضاء يحتوي هذا النسيج على خلايا مولدة للالياف Fibroblasts وخلايا محيطية Pericytes. والاخيرة موجودة في النسيج الضام الرخوي القريب من الشعيرات والاوعية الدموية الصغيرة وهي تشابه الخلايا المولدة للالياف غير ان نتوءاتها اكثر عدد ولها القابلية على (الابتلاع) Phagocytosis. ان هذا النسيج يحتوي على كافة انواع الياف النسيج الضام التي يتخللها عدد كبير من الفجوات ولذلك سمي النسيج الضام الرخو وهو يساهم في اسناد الجسم ويشكل اغطية وقائية لبعض الاعضاء (شكل (٢ – ٥)).

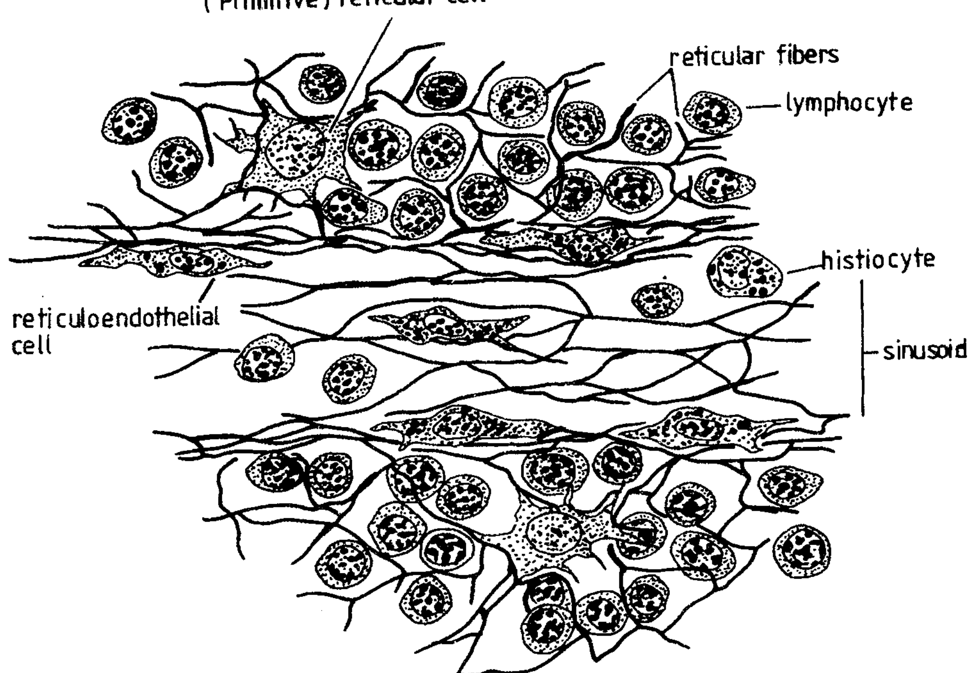
٤. النسيج الضام الكثيف غير المنتظم Dense Irregular Connectiove Tissue

يتكون هذا النسيج من الياف غروية غير منتظمة الاتجاه حيث تتشابك فيما بينها وهو يحتوي على نفس خلايا النسيج الرخو الا انها اكثر عددا. وهو يجمع بين خصائص النسيج الرخو والنسيج الضام الكثيف المنتظم وله القدرة على مقاومة الشد حيث يكون اغطية قوية. يوجد هذا النسيج في اماكن مختلفة من الجسم كالجهاز الهضمي وفي اغلب محافظ الاعضاء Capsules فادمة الجلد (شكل ٣–٧).

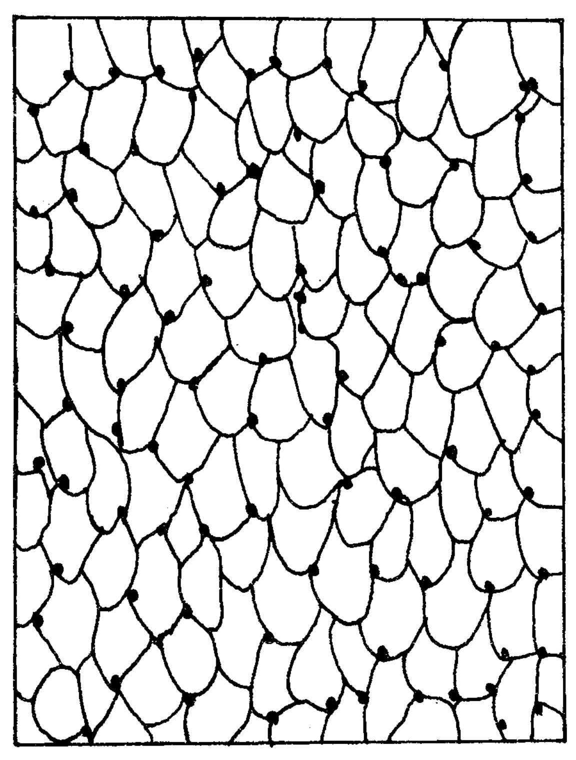
٥. النسيج الضام الكثيف المنتظم Derse Regular Connective Tissue

يتالف من خلايا مولدة للالياف واحزمة من الياف غروية ممتدة بصورة متوازية ترتبط معا بالنسيج الرخو مكونة الياف وترية Tendinous ذات قوة شدة عالية تربط العضلات بالعظام واربطة مرنة كالرباط المنخعي واللفافات المرنة في عضلات البطن (شكل ٣–٨).

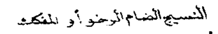
١- النسيج الضام الشبكي

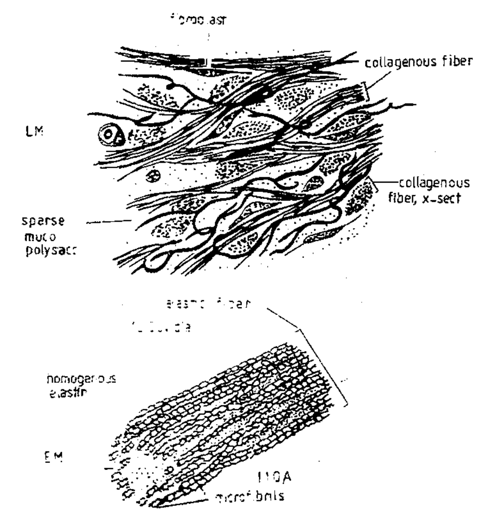


شكل ٣-٤ تظهر فيه الياف النسيج الضام الشبكي مع الخلايا الشبكية Wheater et al (1982).

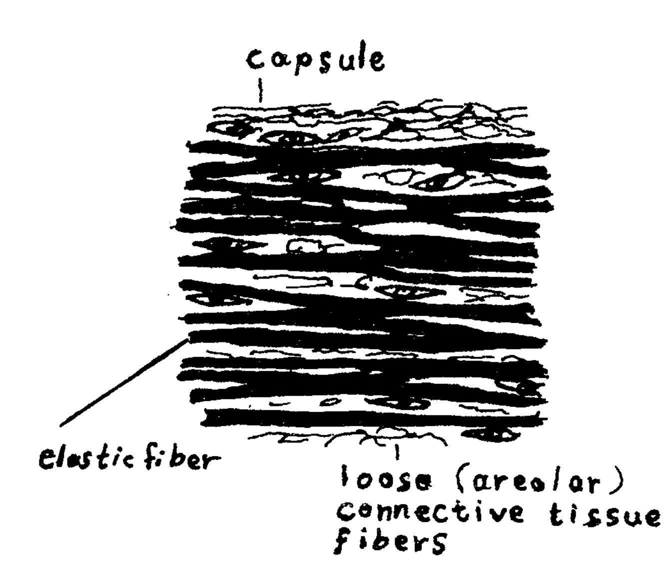


شكل ٣-٥ نسيج ضام شحمي . Weater et al 1982

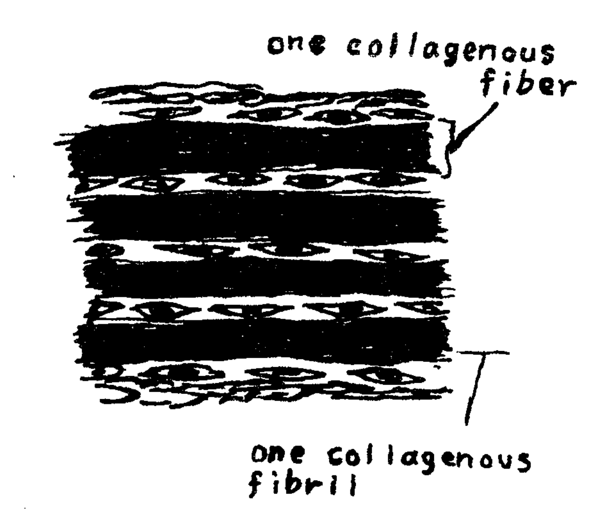




شكل ٣-٦ النسيج الضام الرخو. Wheater et al 1982



شکل ۳- ۷ نسیج ضام کثیف غیر منتظم.
. Weater et al 1982



شکل ۳- ۸ نسیج ضام کثیف منتظم.

الغضاريف : Cartilages

احد انواع الانسجة الضامة الساندة يتالف من خلايا غضروفية Chondrocytes والياف غروية ومواد خارج الخلايا Extracelluler هلامية قوية تحتوي على الالياف الغروية . والغضروف اشد متانة من النسيج الضام الكثيف واقل متانة من العظام وتكون الغضاريف على ثلاثة انواع تبعا للمادة الموجودة بين الخلايا :-

١ . الغضروف الزجاجي او الشفاف :- Hyaline Cartilage .

وهو من اكثر الغضاريف شيوعا في الجسم حيث يغطي اسطح نهايات العظام المتمفصلة للتقليل من الاحتكاك فيما بينها . والانسجة الساندة للانف والقصبة الهوائية والقصيبات . ويكون عظم القص ، من خلايا غضروفية والياف غروية فيما بين الخلايا وهو شفاف يميل احيانا الى اللون الابيض .

٢ . الغضروف المرن Elastic Cartilage

يتكون من خلايا غضروفية والياف غروية مع شبكة كثيفة من الياف مرنة فيما بين الخلايا وغالبا مايوجد في المناطق التي تحتاج الى مرونة كغضروف الاذن الخارجية والحنجرة ولسان المزمار.

٣ . الغضروف الليفي Fibro Cartilage

يتميز بوجود حزم كثيفة من الالياف الغروية فيما بين الخلايا الغضروفية وهو اقل شيوعا من انوع الغضاريف الاخر . يوجد عند اتصال الاوتار بالعظام او على شكل اقراص فيما بين الفقرات فيتميز بمتانته وقابليته العالية على الشد .

العظام : Bones

احد انواع الانسجة الضامة وامتنها . يتكون العظم من خلايا بانية العظام Osteoblasts والياف غروية مغمورة في مادة متكلسة فيما بين الخلايا . تتميز العظام برصانتها واسنادها لانسجة الجسم المختلفة واعضاءه وهي المصدر الرئيسي المجهز للكالسيوم

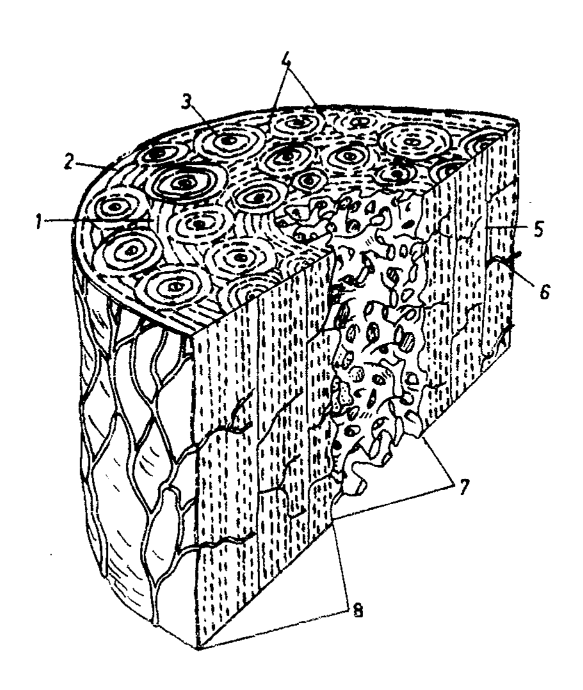
في الجسم. وتأخذ العظام عدة اشكال تبعا لموقعها في الجسم فمنها الطويلة ومنها القصيرة اضافة الى بعض العظام المسطحة كالاسفنجية Cancellous or Spongy bones واخرى اسطوانية تدعى العظام المتراصة او الصلبة Campact.

مراحل تكون العظام :

يتكون العظم نتيجة لتحول النسيج الضام تدريجيا الى عظم ويكون اما بتحول خلايا اللحمة المتوسطة mesenchyme وتعرف بتعظم داخل الغشاء intera memberanous ossification او بتحول غضروف المكون سابقا الى عظم وتدعى تعظم داخل الغضروف Inter Cartilagenous Ossification حيث تستبدل خلايا الطبقة المتوسطة او الغضاريف الى عظام ويتم ذلك عن طريق التمايز التدريجي للخلايا الى خلايا بانيات العظم اذ ان الاخيرة تبدا بافراز المادة العظمية. وقد تحاط الخلايا بانيات العظم بالمادة العظمية عندها تسمى الخلايا العظمية Osteocytes. او تنقسم الى خلايا اخرى تدعى الخلايا المولدة (المنشئة) للعظم Osteogenic Cells التي تجهز العظم بخلايا جديدة من خلال بانيات العظم وخلايا مولدة له. وتدريجيا من خلال انقسام الخلايا المتكرر تتكون قطعة عظمية صغيرة ذات خلايا وبروزات ممتدة في اتجاهات متعددة تكبر تدريجيا مكونة العظم الاسفنجي الذي يتميز بوجود فراغات او فسح عديدة داخلة محاطة بصفائح عظمية (شكل ٣–٦) وقد تضاف صفائح عظمية جديدة الى الصفائح الاولى لتملا الفسح او الفراغات بالمادة العظمية عندها يتحول العظم الاسفنجي الى عظم متراص او صلب Compact.

ويتكون العظم البالغ من صفائح او طبقات عظمية يتراوح سمكها بين ٢–٨ مايكرومتر تنتظم على شكل طبقات متحدة المركز حول قنوات طويلة تسير باتجاه طول العظم مكونة تراكيب تسمى جهاز هافرس Haversian System ويكون عدد هذه الطبقات حوالي ٥–٢٢ طبقة تتخللها فسح صغيرة تدعى Lacuna تشع منها قنيات دقيقة Canaliculi تمتد من فسحة الى اخرى والى سطح العظام. وبالحقيقة فان هذه القنيات تلعب دورا رئيسيا في نقل المواد الغذائية من سطح العظم الى الخلايا العظمية. كما وتوجد صفائح عظمية غير منتظمة تتخلل تراكيب هافرس تسمى الصفائح الخلالية (البينية) Interstitial Lamellas وكما موضح بالشكل (٣–٩) فأن جهاز هافرس

يتكون من صفائح عظمية ذات قناة طويلة مركزية هي قناة هافرس تحتوي على وعاء او وعائين دمويين صغيرين كما وتوجد قنوات تدعى قنوات فولكمان Volkmanns تصل قنوات هافرس مع سطح العظم وهي تحتوي على اوعية دموية ايضا.... وتتفرع قنوات هافرس وتتصل فيما بينها مكونة شبكة من القنوات الدقيقة.



شكل ٣ - ٩ رسم تخطيطي للعظم البالغ يوضح الصفائح العظمية والعظم القشري والاسفنجي للصفائح الخلالية 1 الصفائح المحيطية الخارجية 2 صفائح هافرس 3 جهاز هافرس 4، قناة هافرس 5، قناة فولكمان 6 العظم الاسفنجي 7، العظم القشري 8 (عبدالرحيم ١٩٧٩).

- الدم Blood : -

يعتبر الدم نسيج ضام متخصص، يشكل الماء مادة رئيسية اساسية فيه لذا اعطاه صفة سائل معقد التركيب الكيمياوي والمورفولوجي وهو في توازن ديناميكي تحت السيطرة العصبية الهرمونية Neurohormonal ان ثبات تركيب الدم اطلق عليه الاستتباب (البيئة

الجسمية) Homeostasis ويعود الى التجديد الحاصل للدم اثناء امتصاص المواد الغذائية في الامعاء والكلكوز في الكبد والتشبع بالاوكسجين في الرئتين اما نتائج الايض فتطرح الى جهاز الهضم والرئتين او الكليتين كما وان دوران الدم المستمر في الجسم يهيئ له محيطا ثابتا لكي تستطيع الخلايا والانسجة المختلفة القيام بوظائفها المختلفة .

ويشكل الدم عند اللبائن ٧ - ٨٪ والطيور ٧,٧٪ . والاسماك العظمية ٥, ٢٪ من وزن الجسم الكلي . ويتالف الدم من سائل البلازما ومن خلايا مختلفة الانواع عالقة فيه تتحرك باستمرار من مكان لاخر لكل منها وظائفها المحددة في الجسم . ويشكل بلازما الدم حوالي ٤٥ - ٦٥٪ من حجم الدم الكلي ويحتوي على ماء واملاح عضوية وغازات وبروتينات وخمائر وسكريات وانزيمات وهرمونات ودهون وفيتامينات وايونات .

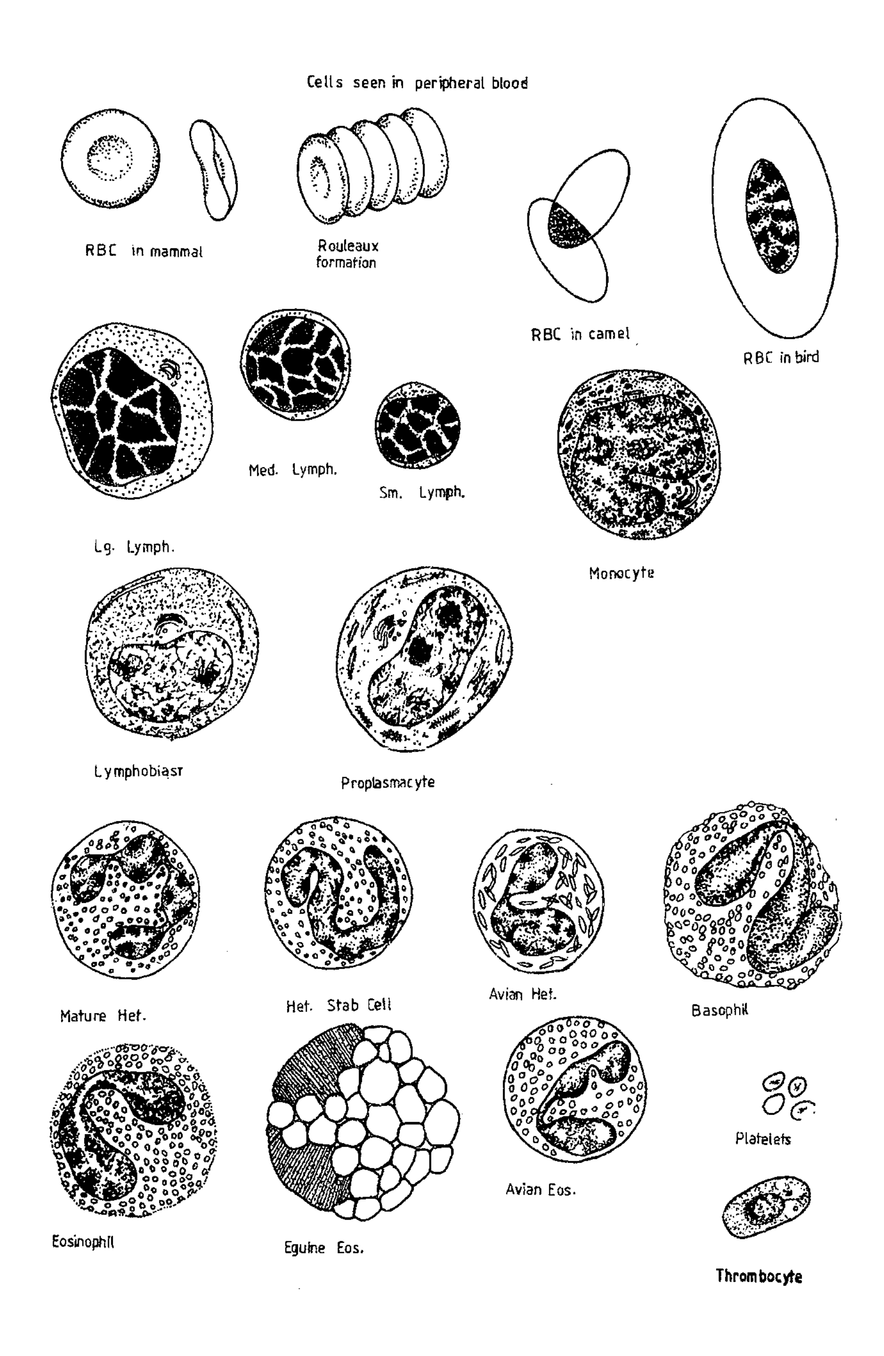
اما المكونات الخلوية للدم فتبلغ نسبتها حوالي ٣٥ - ٤٥٪ من الحجم الكلي للدم وهي تنشأ من اعضاء خارج جهاز الدوران كنخاع العظم والطحال وهي على ثلاثة انواع (شكل ٣ - ١٠) :

١) خلايا الدم الحمراء Red blood Cells (Erythrocytes)
٢) خلايا الدم البيضاء White blood Cell (Leukocytes)
٣) الاقراص الدموية Plate lets (Thrombocytes

تنشأ خلايا الدم المختلفة من ارومات خلوية خاصة Stem Cells في نقي (نخاع) العظم Bonemarrow وهو المكان الرئيسي لانتاج الخلايا الدموية في الحيوانات البالغة اما الطحال فيكون له دور اساس في انتاج الخلايا الدموية اثناء الادوار الجنينية . والدم داخل اوعية مغلقة يعود الفضل في استمرار حركته للقلب .

١ . خلايا (كريات) الدم الحمر:

وهي خلايا قرصية في اللبائن يختلف شكلها من حيوان لاخر فبينما نجدها مقعرة الوجهين Biconcave في الانسان والكلاب تكون اقل تقعرا في الخيول والقطط ومسطحة الوجهين في المجترات ونجدها محدبة الوجهين Biconvex في الطيور وتحتوي على نواة . ويختلف حجم الخلايا الحمراء من حيوان لاخر كذلك ، حيث يتراوح بين ٤ مايكرومتر في



شكل ٣-١٠ الخلايا الدموية الموجودة في الدم المحيطي.

الماعز الى ٧ مايكرومتر في الكلاب . ويختلف عدد الخلايا الحمراء في الحيوانات المختلفة . ولاتحتوي الخلية الحمراء البالغة على نواة بل تفقدها اثناء المراحل الاخيرة لتكوينها الا في الطيور. وتعتبر الخلية الحمراء واسطة لنقل الاوكسجين من الرئتين الى خلايا وانسجة الجسم المختلفة ونقل ثاني اوكسيد الكاربون في الاتجاه المعاكس . ويساعدها في ذلك وجود الهيموغلوبين Hemoglobin الذي يتكون من بروتين الكلوبين globin وصبغة الهيم Heme . والاخير يتكون من الحديد ومشتقات صبغة البورفرين الحمراء التي لها يعزى اللون الاحمر للدم .

٢ . خلايا الدم البيضاء :-

وهي خلايا عديمة اللون مختلفة الحجم تحتوي على كافة المكونات الخلوية الاعتيادية من نواة وبقية اجزاء الخلية وتعتبر احد اهم مكونات الدم الفعالة الرئيسية في الدفاع عن الجسم اثناء الاصابة بالامراض من خلال هضم المسببات المرضية او انتاج المضادات المناعية ضد العدوى Antibodies .

وتنتشر خلايا الدم البيض في انسجة الجسم المختلفة حيث يبقى حوالي ٥ ٪ منها في مجرى الدم....... ومن خواصها المهمة كونها خلايا قادرة على الحركة الحرة...... وهنالك انواع عديدة من الخلايا البيضاء ويمكن تقسيمها بشكل عام الى نوعين رئيسيا اعتمادا على وجود او عدم وجود حبيبات خاصة في هيولي الخلية .

الخلايا البيضاء المحببة :- Granulocytes :-

تمتاز هذه الخلايا باحتوائها على حبيبات granules مختلفة التعامل الكيمياوي في هيولي الخلية ونواة مفصصة الى (٢-٥) فصوص وهي تشمل ثلاث انواع :-

فتسمى حامضية Eosinophils عندما تصطبغ باللون الاحمر للايوسين وقاعدية Bosophils عندما تصطبغ باللون الارجواني او الازرق للمثلين الازرق ، والمتعادلة Neutrophils عندما لاتصطبغ حبيباتها بوضوح بالاصباغ الحامضية او القاعدية ولكل نوع منها وظائف محددة .

- الخلايا البيضاء اللاحبيبية Agranulecytes : -

لايحتوي هيولي الخلية اللاحبيبية على حبيبات نوعية كما وانها تتميز بوجود نواة كروية او بيضوية الشكل غير مفصصة وهي نوعان.

احادية Monocytes.

لمفاوية Lymphocytes.

٣. الاقراص الدموية : وتدعى ايضا بخلايا التخثرThrombocytes نسبة الى طبيعة عملها الرئيسية حيث انها تلعب دورا مهما في تكوين خثرة الدم..... والاقراص الدموية جسيمات صغيرة غير منتظمة تنشأ في نخاع العظم من خلايا اكبر حجما تسمى النواة (متعددة اشكال النواة Megakaryocytes)......وكما في الخلايا الحمر فان الاقراص الدموية لاتحتوي على نواة بل تحتوي على حويصلات كولجي ومتقدرات وجسيمات حالة وجهاز قنيات محدد. وهي محاطة بوحدة غشائية ثلاثية وخيوط دقيقة هذا بالاضافة الى النبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة التي تكون الهيكل الداخلي للخلية ولها القدرة على انتاج ثاني فوسفات الادينوس ATP والبروتينات السكرية glycoproteins والكاتيكول امينات Catecholamins ومادة الثرومبوسيثين Thrombosthenin وجميعها مهمة لتكوين الخثرة الدموية عند الاصابة بالجروح وتختلف الاقراص الدموية في الطيور عن اللبائن كونها خلايا حقيقية تحتوي على المكونات الخلوية المعروفة مثل النواة.

الانسجة العضلية Musculer Tissues : -

وهي الانسجة التي تمتلك خاصية التقلص والانبساط استجابة لمؤثرات عصبية وهرمونية وفيزيائية وكيمياوية.

والعضلة الواحدة عبارة عن تجمع خلايا عضلية متخصصة متشابهة التركيب. تولد تقلصات قوية وباتجاه واحد. وتختلف الخلايا العضلية عن خلايا الانسجة الاخرى كونها طويلة وذات شكل مغزلي او ليفي وتتجمع الخلايا العضلية على هيئة حزم متوازية وهي غنية بالبروتينات الليفية Fibro proteins – والانسجة العضلية على ثلاثة انواع هي : –

١ . العضلات الهيكلية Skeletal Muscles

وتسمى ايضا بالعضلات المخططة حيث تتالف من خلايا اسطوانية ذات الياف طويلة ونوى انبوبية طرفية الموقع تندمج فيما بينها لتكون حزم تشكل العضلات الموجودة في عموم الهيكل وتشمل لحم الجسم (شكل ٣-١١) ... ويلاحظ وجود شرائط مستعرضة او تخطط على طول الليفة العضلية ولهذا سميت بالعضلات المخططة ..... وللحيوان القدرة على تحريكها اراديا حيث انها تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي.

٢ . العضلات الملساء Smooth Museles

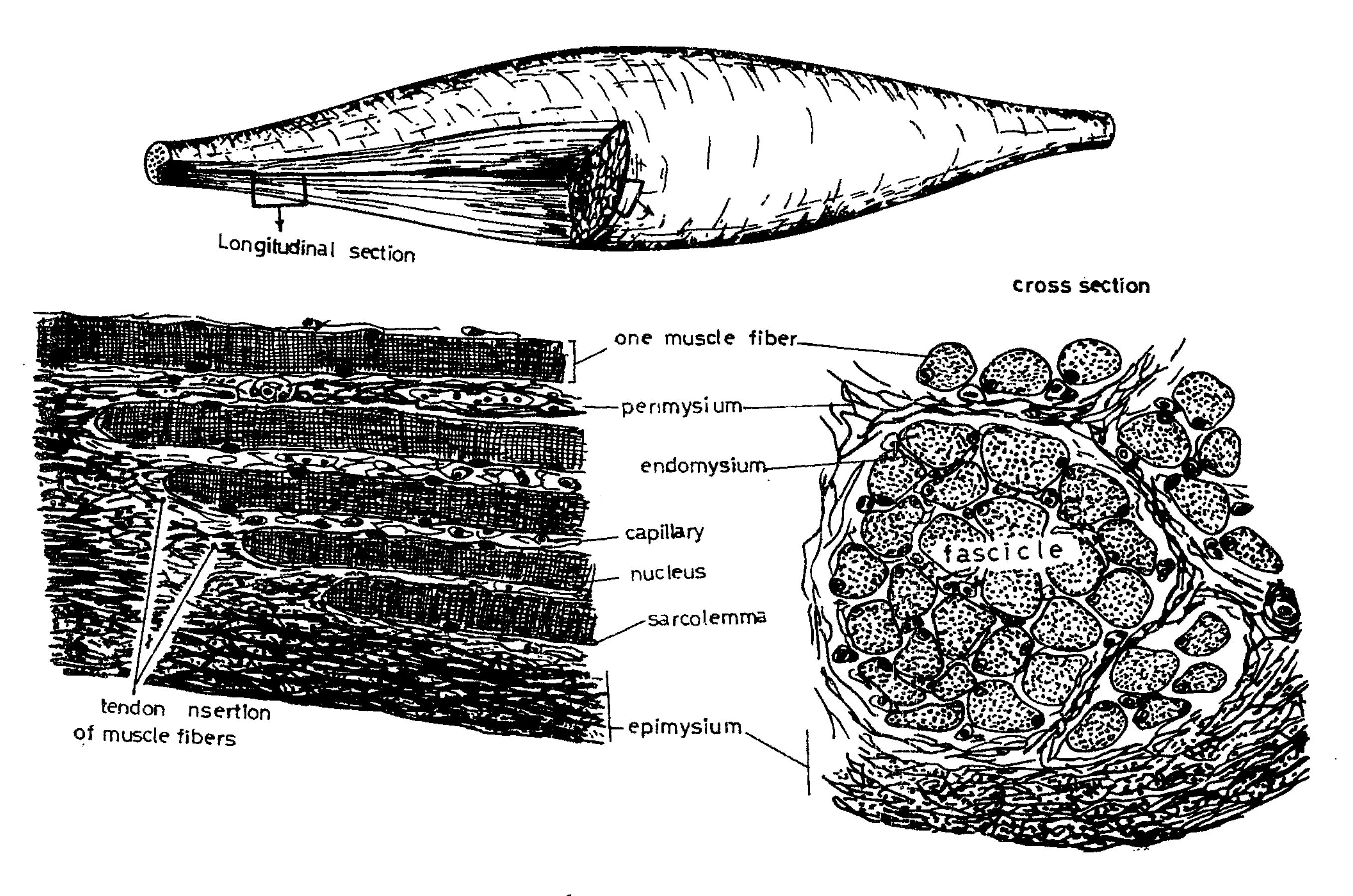
وهي عضلات غير مخططة لاارادية حيث انها تقع ضمن سيطرة الجهاز العصبي الذاتي وليس للحيوان القدرة على السيطرة عليها وهي تتالف من خلايا مغزلية الشكل صغيرة لها نواة واحدة تقع في وسط الخلية ولايظهر فيها تخطط والعضلة الملساء تتكون ايضا من حزم عديدة محاطة بشبكة من الالياف المرنة والشبكية (شكل ٣-١٢) وتشكل العضلات الملساء الموجودة في الجدار الهضمي والبولي والاوعية الدموية والجهاز التناسلي.

٣ . العضلات القلبية Cardiac Muscles :-

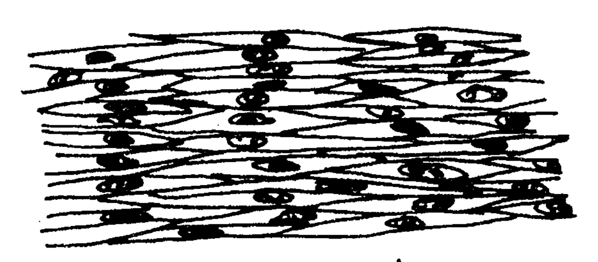
تختص هذه العضلات لتكون الانسجة العضلية لجدار القلب وهي تمتاز بتفرعها وبوجود خلايا اسطوانية الشكل مخططة غير ارادية منتظمة الشكل ذات نوى مركزية (شكل ٣-١٣) كما وان حركتها تكون منتظمة على هيئة موجات متعاقبة تبدأ بالاذينين وتنتهي بالبطينين.

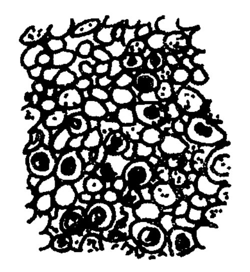
بروتينات العضلات :

تحتوي العضلات على مايقارب ١٨٪ من البروتين وهي غالبا ماتكون من ثلاثة انواع تتباين في اوزانها الجزيئية وفي قابليتها على الذوبان في الماء او في المحاليل الاخرى ضعيفة التاين وهي الاكتين Actin (وزنه الجزيئي ٤٣٠٠٠) الذي يعتقد له دور في ترتيب الخيوط العضلية وفي تكون الخيوط الرفيعة منها (٤) نانومتر......والمايوسين Myosin (٤٦٠,٠٠٠) الذي يدخل في تركيب الخيوط السميكة وهو يتكون من مركبين يختلفان في



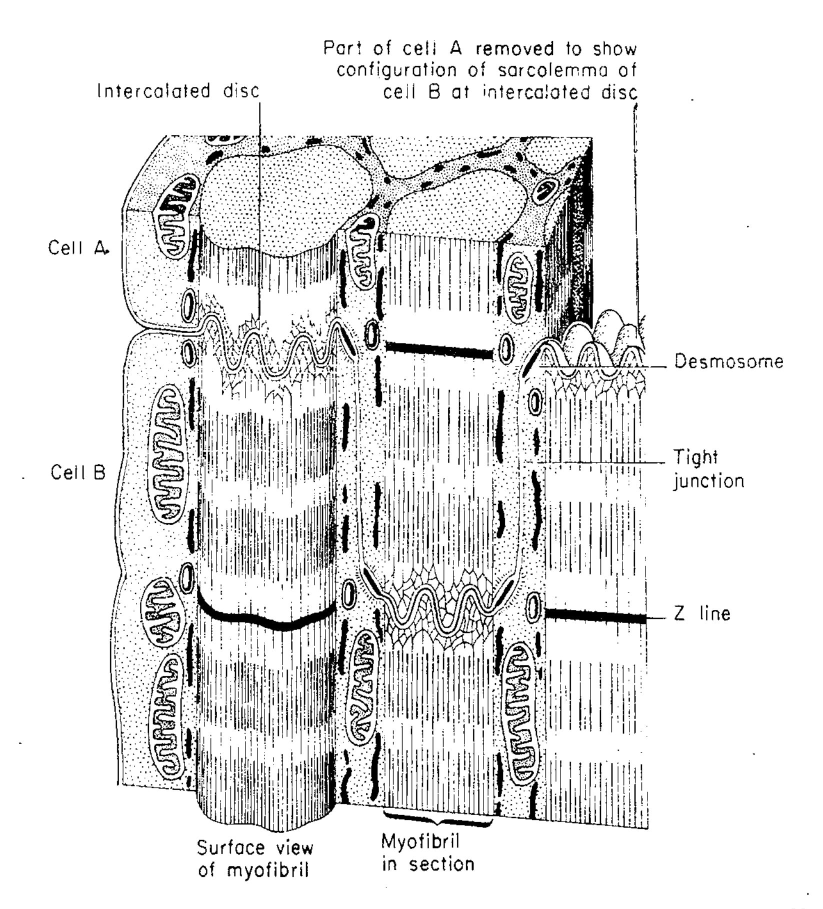
شكل ٣-١١ يبين تركيب العضلة الهيكلية
Weater et al 1982.





longit. sect. x- sect.

شكل ٣-١٢ يوضح تركيب العضلات الملساء Weater et al 1982 .



وزنها الجزيئي وهما الميروميوسين الخفيف والميروميوسين الثقيل.... ويشترك المايوسين والميرومايوسين الثقيل بتجزاة الادنوسين ثلاثي الفوسفات ATP في تفاعل يساعد على تقلص العضلة.... والبروتين الثالث هو معقد التروبومايوسين trop omyosin complex (وزنه الجزئي ٧٠٠٠٠) الذي يتالف من اربعة انواع من البروتينات التي ليس لها القابلية على التقلص

– **تقلص العضلات :**

ان وصول الباعث العصبي الى نهاية التفرعات العصبية الموجودة على سطح الليفة العضلية يؤدي الى افراز الاستيل كولين من الحويصلات الافرازية للنهايات العصبية الذي يسبب ازالة استقطاب غشاء الليفة العضلية وتوليد جهد فعل ينتقل على طول الليفة..... وتقترن ازالة الاستقطاب هذه بتهيج الليفة العضلية وبدء مرحلة التقلص التي تنتقل عبر النبيات المستعرضة الى باقي الياف الحزمة العصبية.

ان ذلك يؤدي الى تحرير ايونات الكالسيوم من اللييفات العضلية التي تؤثر على معقد التروبومايوسين.. ويتحلل الاخير تاركا رؤوس ارتباط جزيئات المايوسين بالاكتين اذ ترتبط فيما بينها مؤدية الى حركة المايوسين على الاكتين وتتم عملية التقلص بانزلاق الخيوط الرفيعة على الخيوط السمكية.... بعد ذلك ينقل الارتباط ويعاد في موقع اخر وهكذا تتكرر العملية بصورة متعاقبة في عملية تدعى نظرية الانزلاق الخيطي Sliding filament theory.... ان المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة للتقلص هو الادنوسين ثلاثي الفوسفات الذي يتحلل مائيا الى طاقة وادنوسين ثنائي الفوسفات لتزويد العضلة بالطاقة... فترتبط جزيئة فوسفات بالادنوسين ثنائي الفوسفات لاعادة تكوين الادنوسين ثلاثي الفوسفات... ويتم تجهيز هذا التفاعل بالطاقة من تحلل الكلكوز الى ماء وثاني اوكسيد الكاربون.

وتحتوي العضلة كذلك على فوسفات الكرياتين الغنية بالطاقة وهذه تتحلل مائيا كذلك لتجهيز العضلة بمجاميع الفوسفات والطاقة... وتستخدم الخلية العضلية مجاميع الفوسفات تلك اثناء الراحة في تكوين مخزون لتكوين الادنوسين ثلاثي الفوسفات.

- انواع التقلص العضلي :-

يوجد هنالك نوعين من التقلص العضلي ، متساوي التوتر Isotonic عندما يصاحب تقلص العضلة قصر في اليافها استجابة للحافز وعادة ماتكون العضلة غير محملة .. اما النوع الاخر من التقلص فانه يدعى متساوي بالقياس Isometric اذ تتوتر العضلة دون ان يحدث لها قصر نتيجة لتحميلها بوزن لاتتمكن عنده على القصر عندما تتحفز محليا ... وغالبا مايكون التقلص العضلي في الجسم خليطا من التقلص المتساوي التوتر والمتساوي القياس يصاحبها قصر اليافها العضلية الا في بعض الحالات التي يراد بها حفظ وضعية معينة ويصاحب ذلك تغير في مطاطية العضلة ......

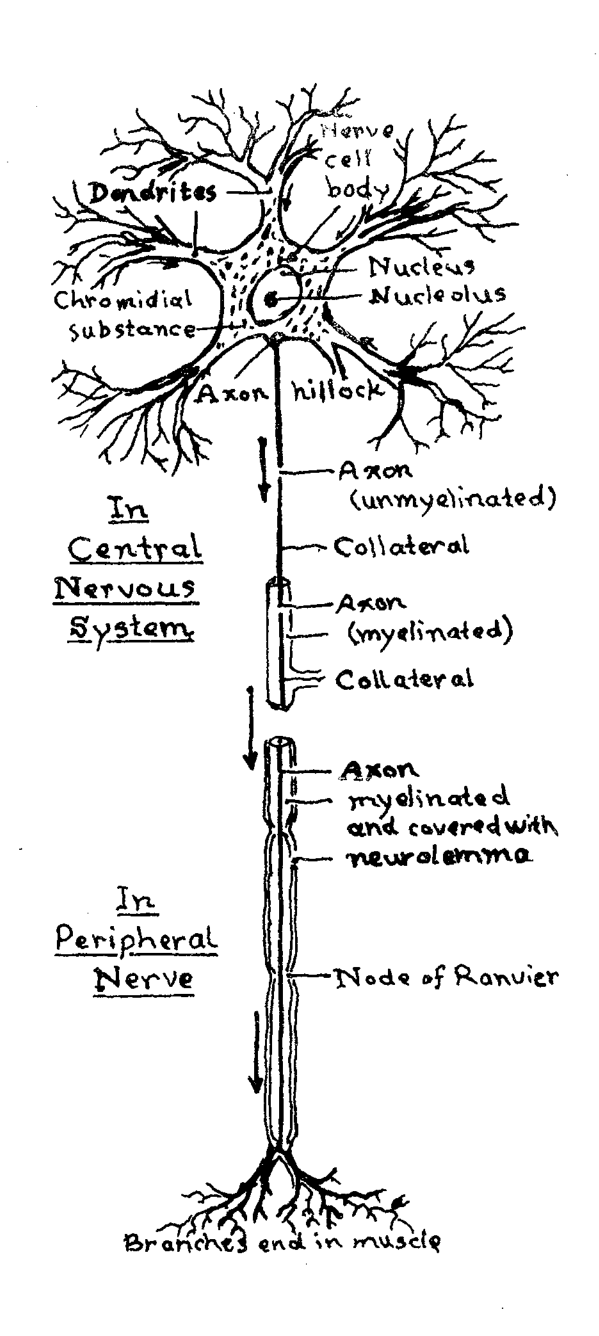
وتظهر الانواع المختلفة من الحيوانات تباينا في السرعة والكفاءة التي تتحرك بها نتيجة لعدة متغيرات تتاثر بها كالوزن والتغذية والحالة الصحية والحمل الذي تقع تحت تأثيره.

- الانسجة العصبية Nervous Tissus

تتألف الانسجة العصبية من الخلايا العصبية neurons وهي تختص في تنظيم استجابة انسجة واعضاء الحيوان المختلفة لمحيطه الخارجي وثقل وتنظيم ردود فعله.

ان الخلية العصبية هي الجزء الاساسي في بنية النسيج العصبي وتتالف من جسم الخلية العصبية ونتوء او اكثر من البروزات ... وينتقل الاحساس الى جسم الخلية العصبية عن طريق نتوء او اكثر يسمى الفرع Dendrite ومن جسم الخلية العصبية الى الانسجة الاخرى عن طريق نتوء واحد يسمى المحور Axon ... وغالبا ماتكون المحاور اطول من الفروع . اما الاعصاب فتتكون من عدد كبير من الالياف العصبية .... والليفة العصبية خيطية الشكل تتالف من محور واحد محاط بغشاء داخلي خاص يدعى الغمد النخاعي Meyelin sheath او بغشاء ليفي يدعى الغمد العصبي Neurilemma او بكليها (شكل ٣-١٤) وترتبط الخلايا العصبية فيما بينها بخلايا ساندة تدعى الخلايا الغشائية Lemmocytes او خلايا شوان Schwann Cells في الجهاز العصبي المحيطي والخلايا الدبقية (الموثق العصبي) Neuroglia في الجهاز العصبي المركزي.

ان حجم الخلية العصبية يختلف من جزء لاخر في الجهاز العصبي ومن حيوان لاخر وهي نجمية الشكل توجد عادة في المادة السنجابية- Graymatter للجهاز العصبي



شكل ٣-١٤ رسم تخطيطي لخلية عصبية يظهر فيها الغمد العصبي Frandson 1981.

المركزي ,وقد توجد اعداد قليلة منها خارج الجهاز العصبي المركزي في مراكز خاصة تدعى العقد العصبية ganglia ولاتختلف محتويات الخلية العصبية كثيرا من محتويات الخلية الجسمية الا بوجود اجسام ناسل.....

الفصل الرابع

الجهاز العصبي
The Nervous System

يعتبر الجهاز العصبي في اللبائن من اكثر اجهزة الجسم الاخرى تعقيداً واتساعاً وضبط وسيطرة ويحتوي على بلايين الخلايا العصبية Neurons التي تعتبر الوحدة الاساس في بناء الجهاز العصبي... وتشترك جميعها لتنظيم عمليات جسم الكائن الحي بالدقة المالوفة ويتكامل هذا التنظيم بوجود الغدد الصم... فالجهاز العصبي هو المسؤول عن تنظيم نشاطات الجسم المختلفة كتقلص العضلات ، حركة الامعاء ، القلب ، التنفس ، ونشاط الجهاز التناسلي والبولي.. وهو المسوؤل عن تكوين وتنظيم افرازات بعض الغدد الصم كالغدة النخامية Pituitary gland والغدة الكظرية Adrenal gland... وبتأمل ما خصص لهذا الجهاز من حماية نجد أن الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System CNS المتكون من الدماغ Brain والحبل الشوكي Spind Cord مغلف بعدة اغشية تسمى السحايا menings وموجود داخل الجمجمة Skull والعمود الفقري Vertebral Column وعائم في سائل مخي شوكي Cerebro Spinal Fluid (CSF) ليقيه من الصدمات... ان الجهاز العصبي يستقبل الاحساسات العصبية الآتية من مراكز استلام خاصة في جسم الحيوان تدعى المستقبلات الحسية Sensory Receptors وتسمى ايضاً الاعضاء الكاشفة Detector organs كمستقبلات الالم Pain Receptors ومستقبلات اللمس Tactile Receptors ومستقبلات النظر Visual Receptors... الخ وتقوم المستقبلات بدورها في ارسال هذه الاحساسات الى الجهاز العصبي المركزي الذي يقوم بدوره بادراكها وتحليلها وتقدير نوعها وشدتها وتصنيفها من خلال اعضاء مدركة ومنظمة ومسيطرة فيه .

ثم يوعز الى اجهزة واعضاء الجسم الاخري لبيان ردود فعلها سريعة كانت او بطيئة او قد تخزن في الذاكرة.... وتنتقل الاحساسات من المستقبلات الحسية الى الجهاز العصبي المركزي عبر الاعصاب الشوكية Spinal nerves او الاعصاب القحفية Cranialnerves .

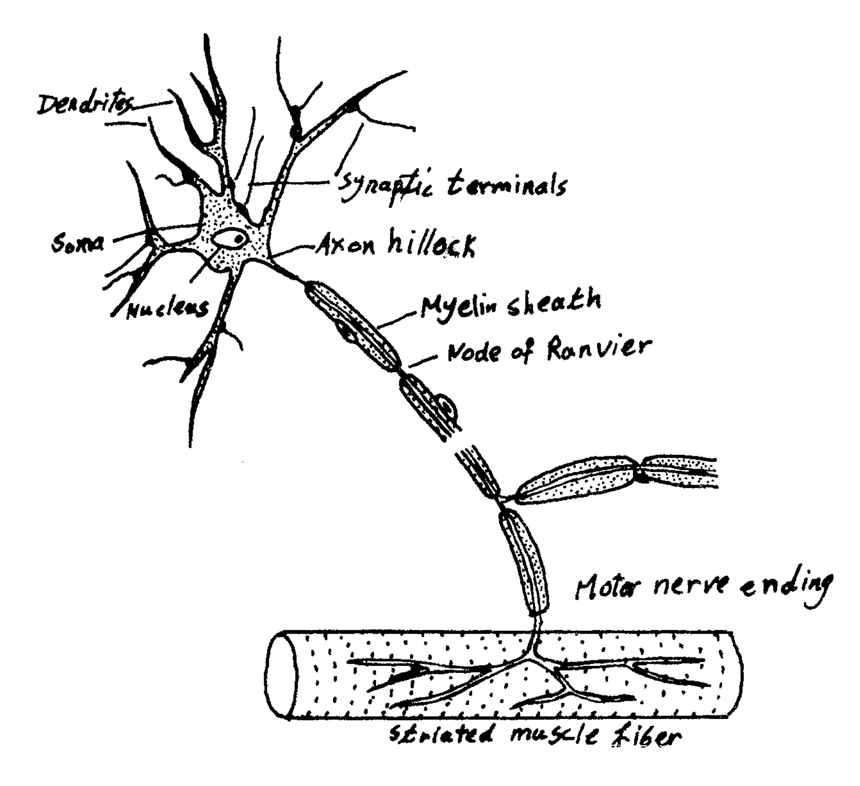
ويقوم الجهاز العصبي بتنظيم فعالية الجسم الحركية Motor وتنسيقها عن طريق تنظيم تقلص العضلات الهيكلية وتقلص عضلات الاحشاء وكذلك عن طريق تنظيم افراز الغدد الصم والغدد خارجية الافراز وجميع ذلك يتم بواسطة تنشيط الحبل الشوكي او الدماغ من خلال الاعصاب المارة بكليها ثم الى العضلات او الغدد للقيام بفعلها وتدعى عندئذ بالأعضاء المؤثرة او المنفذة Efector organs .

ولاجل الالمام بوظيفة هذا الجهاز المهم لابد أن نتعرف على تركيبه التشريحي ليتسنى لنا فهم وظائفه الفسيولوجية المهمة.

– الخلية العصبية Nerve Cell Or Neuron : –

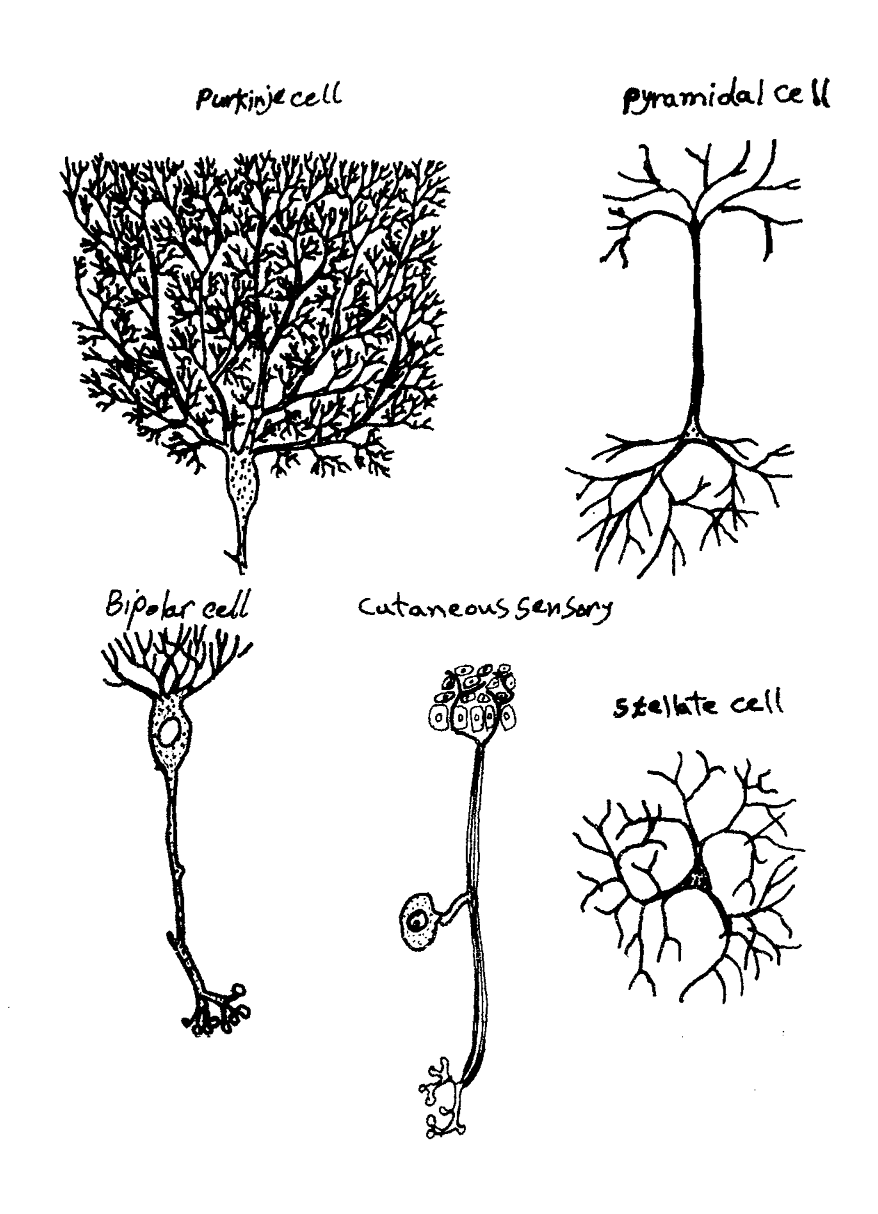
وهي متخصصة لاستلام البواعث الكهربائية Electric Signals الواردة لها عن طريق الفروع Dendrites التي تتصل بالخلايا العصبية الاخرى بنقطة التشابك Synapsis ويتم نقل البواعث عن طريق محور الخلية Axon الذي يقوم بدوره بتوصيلها الى النهايات العصبية Nerve terminals التي تشتبك مع خلية اخرى عصبية كانت او جسمية.

ان الخلية العصبية تتالف من جسم الخلية (شكل ٤–١) الموجودة عادة في المادة السنجابية Graymater للجهاز العصبي المركزي او قد توجد مجاميع قليلة منها في العقد العصبية Ganglia الموجودة خارج الحبل الشوكي قرب الفقرات كالعقد الشوكية Spinal ganglia او قرب الاعضاء كالعقد الودية Sympathetic...... او العقد اللاودية parasympathetic... ويحتوي جسم الخلية العصبية على بلازما عصبي Neuroplasm ونواة ونوية او اكثر كما ويحتوي البلازما على المتقدرات والليفيات العصبية Neurofibrils وجهاز كولجي وجسم مركزي Centrosome وجسيمات نسل Nissle bodies التي تكون داكنة وهي بمثابة الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة وتوجد مشتملات خلوية اخرى كالدهون والكلايكوجين وبعض الصبغات.



شكل ٤-١ يظهر فيه تركيب الخلية العصبية Gordon et al (1982)

وتختلف الخلية العصبية بالشكل والحجم معاً تبعاً لموقعها في الجهاز العصبي فنجد على سبيل المثال ان خلية عصبية في المخيخ يبلغ قطرها (٥ مايكرون) بينما اخرى في الحبل الشوكي يكون قطرها (١٢٠ مايكرون) وكذلك بالنسبة لمحاور الخلايا العصبية تتكون باطوال متفاوتة تتراوح من عدة مايكرونات الى مايقارب المتر الواحد..... كما وان شكل الخلية العصبية يكون نجمياً او مغزلياً او هرمي او بيضوي (شكل ٤ -٢) ويكتمل نمو الخلية اثناء الحمل وقد يستمر الى فترة قصيرة بعد الولادة ولايمكن تعويض الخلية العصبية في حالة تلفها بأي حال من الاحوال . بل يمكن ان يلتئم المحور في حالة القطع او التهتك .



شكل ٤–٢ يوضح انواع مختلفة من الخلايا العصبية Lamb *et al* (1980)

وتمتد من الخلية العصبية زوائد يختلف عددها من خلية الى اخرى فتكون الخلية أحادية القطب Unipolar عندما يمتد منها بروزاً واحد غالباً مايكون محور كالخلايا العصبية الموجودة في العقد الحسية Sensory ganglia وثنائية القطب Bipolar عندما

تمتد منها زائدتان محور واحد وفرع واحد كما في شبكية العين وتسمى الخلية العصبية متعددة الاقطاب Multi Polar عندما يمتد منها محور واحد وعدة فروع كالخلايا الهرمية Pyramidal في قشرة المخ . ان الفروع عبارة عن استطالات بروتوبلازمية من جدار الخلية العصبية تتفرع بالتدريج وتحتوي على جزء من بلازما الخلية العصبية . اما بالنسبة للمحاور فانها تتحد من تحدب في جدار الخلية يعرف ببروز المحور Axon Hillock وينتهي المحور بعدد كبير من النهايات العصبية Nerve Terminals التي تنتهي بخلية عضلية واحدة كما في الاعصاب المتحركة او قرب فروع خلية عصبية اخرى كما في الاعصاب الحسية .... ان موضع التقاء شجيرات المحور مع الخلايا الأخرى عصبية كانت أوعضلية تسمى العقد التشابكية Synaptic Knob وهي تحتوي على حويصلات Vesicles تقوم بخزن ناقل تشابكي Synaptic transmitter .

ان الالياف العصبية قد تكون محاطة بغمد عصبوي خاص يعرف بالغمد النخاعي او لاتكون محاطة به .

والغمد النخاعي يتكون بواسطة الخلايا الساندة للجهاز العصبي المركزي والمحيطي ففي داخل الجهاز العصبي المركزي يتكون من خلايا خاصة تعرف بالدبقيات قليلة التشجرات Oligodenroglia اما في الجهاز العصبي المحيطي فيتكون من الخلايا الغشائية او خلايا شوان Schwann cells وخلايا شوان تقوم بتجهيز الليفة العصبية بالغمد النخاعي عن طريق تكاثر الاغشية السطحية التابعة لها حيث تلتف حول الليفة العصبية . ويتألف الغمد النخاعي من مادة بروتينية دهنية معقدة Protein – Lipid Complex وهو يتكون من عدة طبقات من الاغشية التي تغلف المحور الا في بعض المناطق التي تسمى عقد رانفير Nodes Of Ranvier ، وغالباً مايغلف الغمد النخاعي محور الخلايا العصبية في اللبائن ، الا في بعض منها حيث تغطى بطبقة واحدة من خلايا شوان دون طبقة الاغشية النخاعية كما في معظم اللافقريات . ويكون الغمد النخاعي عازل كهربائي جيد للمحور الذي يغلفه لاحتواءه على كمية من الدهون لذا فانه يساعد على انتقال الحوافز الكهربائية بصورة جيدة واسرع من الالياف غير النخاعية Non myelinated Fibers تحتوي اغلب الخلايا على فرق جهد كهربائي عبر غشائها البلازمي ويكون في داخل الخلية سالباً عكس مما هو عليه خارجها في وقت الراحة . ففي الخلايا التي لها القابلية على الاستثارة كالخلايا العضلية والخلايا العصبية يكون هذا الجهد في وقت الراحة – ٧٠ الى

-۹۰ ملي فولت اما في الخلايا التي لامقدرة لها على التهيج كالكريات الدموية الحمراء وخلايا الكبد فيكون -۱۰ الى -۳۰ ملي فولت.

ان هذا الجهد السالب في جهد الراحة يؤدي الى تغيرات كبيرة في الخلايا التي لها القدرة على الاستثارة عند نشاطها والتي لاتحدث في الخلايا الاخرى التي لامقدرة لها على الاستثارة. ان هذه التغيرات تحدث في توليد جهد الفعل The action Potential وتستمر من بضع اجزاء الثانية كما في خلايا الاعصاب والعضلات الى بضع مئات من اجزاء الثانية كما في خلايا القلب والتي تؤدي الى حدوث جهد فعل عبر الغشاء البلازمي + ۳۰ ملفولت ويدعى ذروة فرق الجهد Overshoot. ان هذا الجهد ينشأ عن تعاقب انتشار الآيونات عبر الغشاء البلازمي لها.

جهد الراحة Resting Potential

يعتبر جهد الراحة احد انواع الانتشار بسبب خروج آيون البوتاسيوم K^+ الموجب الشحنة الاختياري الى خارج الخلية مما يؤدي الى هبوط تركيزه داخل الخلية. ونفس الشيء يحدث في جهد الفعل الا أن الآيون في هذه الحالة يكون آيون الصوديوم موجب الشحنة Na^+ الذي يدخل عبر غشاء الخلية.

ويمكن توضيح ذلك من خلال توزيع الآيونات عبر غشاء الخلية. ان تركيز ايونات البوتاسيوم K^+ داخل الخلية يكون كبيراً جداً مقارنة بخارجها.. وتكون نفاذية جدار الخلية لايون البوتاسيوم جيدة جداً وبذلك يتم خروج آيون البوتاسيوم K^+ الى خارج الخلية بالتدريج التركيزي Concentration gradient مما يؤدي الى تولد فرق جهد عبر الغشاء يدعى بجهد الغشاء Membrane Potential ويزداد هذا بالتدريج مع خروج ايونات البوتاسيوم الى حين الوصول الى حالة توازن بين آيونات البوتاسيوم الموجودة داخل الخلية وتلك الموجودة خارجها يدعي بجهد التوازن لآيونات البوتاسيوم Potassium equilibrium petential الذي تكون محصلة حركة ايونات البوتاسيوم فيه صفراً. وهذا يعني ان عدد ايونات البوتاسيوم الخارجة من الخلية بالتدرج التركيزي تكون مساوية لتلك الداخلة الى الخلية والمنساقة بالجهد الكهربائي الموجود خارج الخلية. اما آيونات الصوديوم الموجبة Na^+ فيكون تركيزها كبيراً خارج الخلية وبذلك تكون نضوحية الغشاء لها جيدة

لكنها اقل من نضوحية البوتاسيوم حيث يدخل آيون الصوديوم الى داخل الخلية لكنه يخرج تحت تأثير مضخة الصوديوم Sodium Pump.

ان آيونات الكلور السالبة Cl^- تدخل الى الخلية اسرع من الصوديوم مع التدرج التركيزي لها ونظراً لكون الحالة الآيونية لداخل الخلية سالبة فان آيونات الكلوريد تندفع للخارج تحت تأثير الجهد الكهربائي الى ان تصل الى مرحلة التوازن وهو يساوي (−٧٠) ملي فولت. ان جهد الغشاء أثناء الراحة يساوي (−٧٠) وذلك لان حركة آيونات الصوديوم تقلل من جهد الغشاء الناتج من حركة آيونات البوتاسيوم لذلك فان جهد الغشاء يكون في وقت الراحة اقل مما هو عليه لو تم أعتبار ذلك الجهد بالنسبة لحركة أيونات البوتاسيوم فقط المساوي الى (−٩٠) تقريباً.

ان انخفاظ جهد الغشاء تدعى ازالة الاستقطاب Depolarization

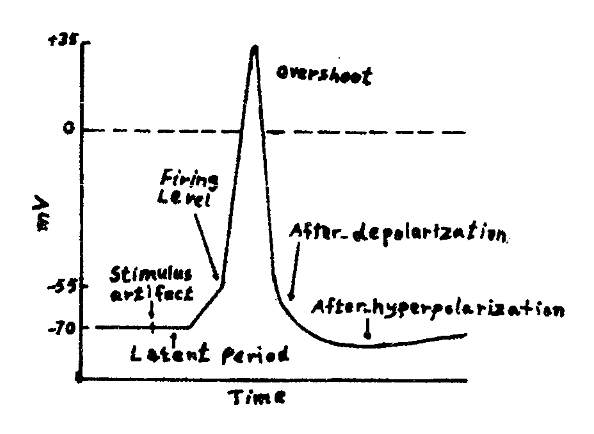
اما زيادة جهد الغشاء فتسمى زيادة الاستقطاب Hyperpolarization

توليد جهد الفعل : Action Potential

هو تغير حيوي كهربائي Bioelectrical Change في غشاء الخلية العصبية ينتقل الى اجزاء الغشاء الأخرى بسبب تغيرات متعاقبة في نفاذية جدار الخلية العصبية لايونات الصوديوم والبوتاسيوم. ففي بداية حدوث جهد الفعل تزداد نفاذية جدار الخلية لايونات الصوديوم الموجبة بمقدار الف مرة عما هي عليه في وقت الراحة وبصورة سريعة مما يؤدي الى حدوث جهد موجب في غشاء الخلية ازالة الاستقطاب Depelarization لايلبث ان ينخفض بعدها الى ماهو عليه في وقت الراحة polarization. ان سبب هذه المتغيرات السريعة في نفاذية غشاء الخلية تحدث عند تحفيز الليفة العصبية بحافز ما. ويمكن بيان هذه المتغيرات على النحو التالي.

ينخفض جهد الغشاء مباشرة بعد التحفيز حيث يقل بمقدار ١٥ ملي فولت عما هو عليه في وقت الراحة وتسمى هذه المرحلة بمستوى الاشتعال Firing level يعقبها انخفاض سريع في جهد الغشاء حيث تستبدل شحنته السالبة في وقت الراحة الى شحنة موجبة تصل قيمتها الى مايقرب من + ٣٥ ملي فولت (زوال الاستقطاب) يستغرق ذلك اجزاء

من الملي ثانية يدعي جهد الذروة Spike Potential يعقب هذا الانخفاض السريع عودة فرق الجهد الى الزيادة ثانية (مابعد زوال الاستقطاب) وهي زيادة الاستقطاب الى مستوى اعلى من مستوى الراحة لفترة قصيرة لايلبث ان يعود بعدها الى ماهو عليه في مستوى الراحة (شكل ٤-٣).



شكل ٤-٣ مخطط بياني لتوليد جهد الفعل Ganong (1985)

توصيل جهد الفعل: Action Potential Conduction

ينتقل جهد الفعل من محل التحفيز الى الاجزاء المجاورة لغشاء الليفة العصبية بواسطة تيارات الدائرة الموضعية Local Circuit Current فبينما يكون سطح الليفة العصبية موجب الشحنة في وقت الراحة (شكل ٤-٤) يصبح سالب الشحنة في الجزء المستثار (الجزء الفعال) وبذلك يسري التيار الموجب من الاجزاء غير الفعالة الى الاجزاء الفعالة. ونفس الشيء يحدث للشحنات الموجبة الواقعة داخل غشاء الجزء المستثار حيث تسري شحناته الموجبة الى الاجزاء المجاورة غير الفعالة.

وهكذا تنتقل تيارات الدائرة الموضعية من الاجزاء الفعالة الى الاجزاء غير الفعالة اي انتقال جهد الفعل من جزء فعال الى اخر غير فعال وبذلك تعمل على ازالة الاستقطاب وانتقال الحافز العصبي .

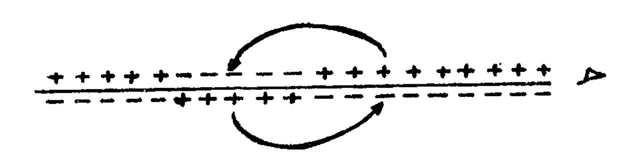
التشابك Synapsis

ان منطقة تماس خلية عصبية باخرى يدعى التشابك وهوليس أتصالاً تشريحياً بل وظيفياً حيث لاتتصل الخلايا العصبية مباشرة فيما بينها بل يوجد هنالك حيز ضيق بين نهايات الألياف العصبية الموجودة في محل الأشتباك يدعى الفرجة التشابكية Synaptic Cleft يبلغ اتساعه حوالي ١٠٠–٥٠٠ انكستروم (١٠–٥٠ نايونومتر) ان الخلية العصبية التي تشارك بالمحور او بتفرعاته تدعى الخلية العصبية قبل التشابكPresynaptic neuron بينما يطلق اسم الخلية العصبية بعد التشابك Postsynaptis neuron على الخلية العصبية التي تشارك بتفرعاتها غير المحورية .

ان محور الخلية العصبية قبل التشابك او تفرعاته النهائية قد يشترك في محل التشابك مع تفرعات او محور او جسم خلية عصبية اخرى بعد التشابك وتتضخم نهايات المحاور او تفرعاتها النهائية في منطقة التشابك وتكون شبيهة الزر تدعى الزر النهائي Terminal button او العقد التشابكية. وهي تحتوي على حويصلات افرازية تدعى الحويصلات التشابكية Synaptic Vesicles وتكون صافية او حبيبية/تحتوي على مواد كيمياوية ناقلة Chemical – Transmitters كلاستيل كولين والنورابنفرين والدوبامين والهستامين .... الخ اما الفرجة الاشتباكية فتحتوي على سائل هلامي .... كما ويغطي اجزاء الخلية بعد التشابك المشتركة بالتشابك غشاء خلوي يدعى غشاء بعد التشابك Postsynaptic membren يتناظر سمكه مع غشاء العقدة التشابكية .

الانتقال عبر التشابك Synaptic transmission :–

يتم انتقال الباعث العصبي عبر التشابك بطريقتين هما الطريقة الكهربائية والطريقة الكيمياوية :–



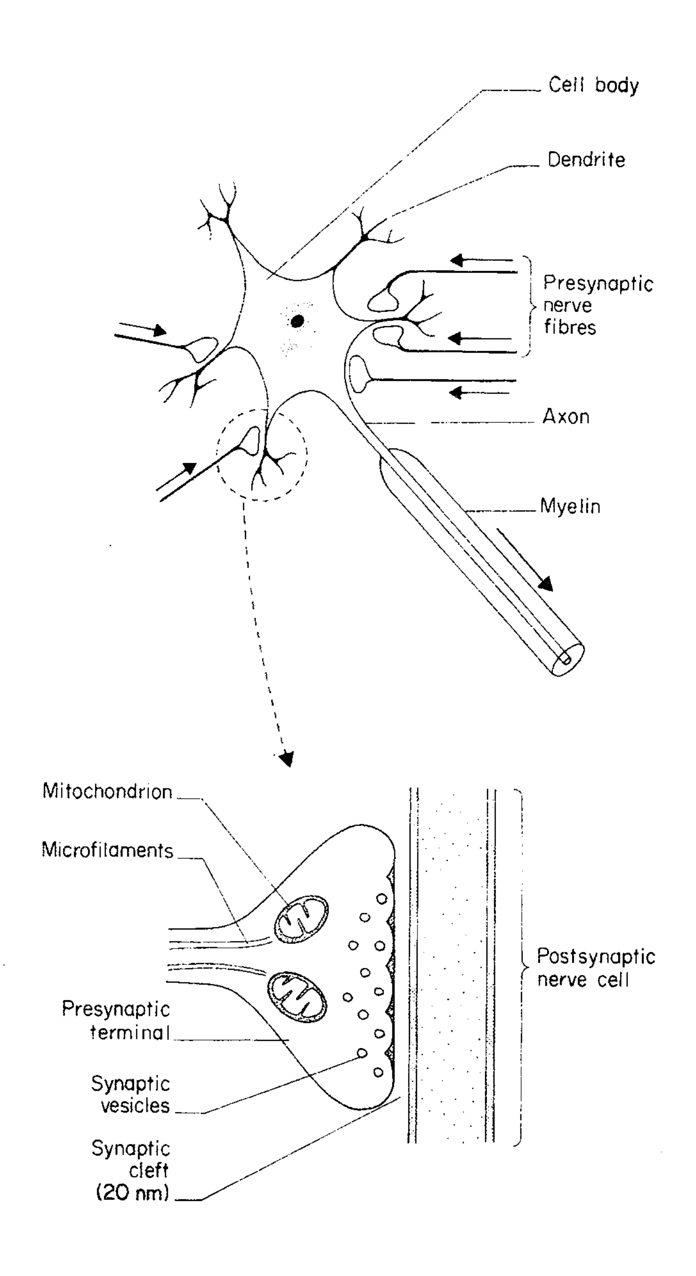
شكل ٤-٤ نظرية الدائرة الموضعية في انتقال جهد الفعل
محي الدين خير الدين وجماعته (١٩٨٧)

- الانتقال الكهربائي عبر التشابك:

يتم عن طريق التيار الموضعي الذي يزيل استقطاب جزء المحور الذي تمر به البواعث ويستمر هذا التيار عبر الفجوة التشابكية لينتقل الى الخلية العصبية بعد التشابك .... وهذا يعتمد على عاملين اولهما وجود مقاومة قليلة للتيار المنتقل بين الخليتين التشابكية والثاني هو عدم تبدد التيار عبر السائل الهلامي الموجود في الفرجة التشابكية.

- الانتقال الكيمياوي عبر التشابك :

يعتمد على وجود مواد كيمياوية خاصة لها القدرة على نقل البواعث العصبية من الخلية العصبية قبل التشابك الى اجزاء الخلية العصبية بعد التشابك عبر الفرجة التشابكية.



شكل ٤-٥ مخطط يوضح الانتقال الكيمياوي عبر التشابك (1980) Lamb *et al*

ويتم افراز هذه المواد الكيمياوية الناقلة من الحويصلات التشابكية عند مرور البواعث العصبية بها فتحرر في عملية تدعى الافراز الخارجي (خارجية الافراز) Exocytosis وتنتشر عبر الفرجة التشابكية الى مراكز خاصة (مستقبلات) لها في الغشاء بعد التشابكي فتتفاعل معها مؤدية الى زيادة نفاذية لايوني الصوديوم والبوتاسيوم وكذلك تغير الجهد الكهربائي للغشاء. ويعتمد ذلك على نوع الايون الذي سوف ينتشر عبر الغشاء وكذلك على جهد غشاء بعد التشابك وتشترك ايونات الصوديوم بهذه العملية.. توجد العديد من الناقلات الكيمياوية كالاستيل كولين والادرنالين والادرنالين الضدي والهستامين والسرتونين...... الخ.

- الانتقال من العصب الى العضلة Transmission from nerve to Muscle

يتم انتقال الباعث العصبي الى العضلة عن طريق التفرعات النهائية لمحور الخلية الحسية. فعندما يتولد جهد فعل في النهايات العصبية ينتقل ذلك بسرعة الى العضلة المتصلة بها فيحدث فيها تقلصاً ويتم الانتقال عبر الاتصال العصبي العضلي Neuro Musculer Junction ان الاتصال العصبي العضلي يتكون من تفرع الليفة العصبية النخاعية الى عدة فروع غير نخاعية يبلغ قطرها واحد مايكرومتر تمتد في انخفاضات يبلغ طول الواحد منها حوالي مائة مايكرومتر على سطح الليفة العضلية وتزداد المساحة السطحية للاتصال العصبي لوجود طيات في هذه الشقوق.

لقد لوحظ ان البواعث العصبية تحتاج الى حوالي نصف ملي ثانية للانتقال من نهاية التفرعات النهائية الى حين حدوث تقلص والتأخير هذا بسبب افراز الناقل الكيمياوي الأستيل كولين من حويصلات موجودة في النهايات العصبية يحتاج الى وقت قصير للانتشار عبر الفجوة التشابكية الى غشاء الليفة العضلية.

والاستيل كولين يقوم بتحفيز جهد فعل العضلة ومن ثم حدوث التقلص. ان وصول الحافز العصبي الى تفرعات الليفة العصبية يصاحبه ازالة استقطاب وزيادة نضوح ايونات الكالسيوم Ca^{++} الذي يساعد على اندفاع الحويصلات الافرازية الى غشاء قبل التشابك وافراز الاستيل كولين. وعند وصول الاستيل كولين الى مستقبلات خاصة في غشاء الليفة العضلية يسبب استقطاب وتوليد جهد فعل الليفة العضلية وبوجود انزيم

الكولين Cholinesterase في غشاء الليفة العضلية يتحول الاستيل كولين الى كولين يمتص من قبل النهايات العصبية يستخدم ثانية في الحويصلات التشابكية.

- المستقبلات:

تتوزع المستقبلات العصبية في كافة انحاء الجسم الحي فمنها مايكون محيطي Peripheral على سطح الجسم كمستقبلات اللمس، الحرارة، الضوء والمستقبلات الميكانيكية، ومنها مايكون داخليا او مركزي Central التي توجد في داخل جسم الحيوان كالمستقبلات التي تتحسس تغيرات ضغط الدم عند الجيب السباتي او المستقبلات الكيمياوية.

وتختص المستقبلات في تحويل انواع الطاقات المختلفة التي تتعرض لها من المحيط كالطاقة الفيزيائية او الكيمياوية الى حوافز عصبية ترسل عبر الالياف الحسية الى الجهاز العصبي وتختلف المستقبلات من حيث الوظيفة وتقسم الى :-

١- مستقبلات ميكانيكية **Mechanoreceptors**

وهي تستجيب للمؤثرات الميكانيكة باللمس او الضغط او التمدد

٢. مستقبلات كيمياوية **Chemorece ptors**

تتأثر بالتغيرات الكيمياوية التي تتعرض لها كمستقبلات الجيب السباتي التي تتأثر بتغير الاس الهايدروجيني للدم او مستوى غاز ثاني اوكسيد الكاربون فيه او مستقبلات التذوق او الشم

٣. مسقبلات حرارة: **Thermorece ptors**

تتأثر بالتغير الحاصل في درجة الحرارة وتكون داخلية وخارجية.

٤. مستقبلات كهرومغناطيسية: **Electromagnetic raceptors**

تتحسس الضوء كالمستقبلات الموجودة في العين

٥. مستقبلات سمعية **Auditory receptors**

تتأثر بالموجات الصوتية المختلفة كتلك الموجودة في الاذن الداخلية.

٦. مستقبلات تتحس الجاذبية **Gravity receptors**

تتحسس الجاذبية خصوصا عند الارتفاع عن سطح البحر او الدوران وهي موجودة في الاذن الداخلية.

٧. مستقبلات الالم: **Pain receptors**

وهي تتأثر بالالم وتكون خارجية وداخلية.

٨. مستقبلات مسافة: **Distance receptors**

تتحسس المسافة الموجودة في العين والاذن.

تركيب الجهاز العصبي

يقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية الى كل من:

الجهاز العصبي المركزي: Central Nervous systerm

ويشمل كل من الدماغ Brain والحبل الشوكي Spinal Card

الجهاز العصبي المحيطي: Peripheral Nervous System

ويتألف من الاعصاب المحيطية Peripherl nerves والعقد العصبية ganglions وجميع الاعصاب القحفية Cranial nerves وجذور اعصاب شوكية Spinal nerves

الجهاز العصبي المركزي

للجهاز العصبي المركزي دور اساسي في السيطرة على نشاط وفعالية كافة اجهزة الجسم الاخرى ذلك لانه يقوم باستلام وتحليل وتنظيم كافة الاحساسات والمتغيرات التي تحدث في المحيط الخارجي والداخلي للحيوان والاجابة عليها عبر المسارات العصبية. وهو الجزء المهم

من الجهاز العصبي الذي يتألف من الدماغ والحبل الشوكي. ويغطي الجهاز العصبي المركزي بالسحايا menings (اغشية الدماغ) التي تتكون من ثلاث طبقات :

١. الغشاء الخارجي **Duramater**

ويدعى ايضا الام القاسية او الجافية وهو غشاء ليفي متين يتألف من نسيج ضام يندمج في التجويف القحفي Cranial Cavity مع السمحاق Periostium الداخلي لعظام القحف. ويكون هذا الغشاء طبقات الاولى وسطية منجلية الشكل تفصل جزئيا نصفي كرة المخ والاخرى تدعى خيمة المخ Tentorium Cerebelli توجد مستعرضة بين المخ والمخيخ. ويحتوي هذا الغشاء على اوعية دموية تحمل الدم الوريدي من المخ. اما في القناة الفقرية فلا تندمج بالسمحاق بل يوجد بينهما فراغ يحتوي على مادة دهنية يدعى فراغ الام القاسية.

٢. الغشاء الوسطي (العنكبوتي): **Arachnoidea**

وهو مشابه لشبكة العنكبوت ولذلك سمي ايضا بالغشاء العنكبوتي يلتصق من الخارج بالغشاء الخارجي اما من الداخل فيفصله فراغ يدعى فراغ تحت العنكبوتي Subarochnoid يمتليء بالسائل المخي الشوكي Cerebrospinal fluid الذي يعمل كوسادة للمخ والحبل الشوكي.

٣. الغشاء الداخلي **Piamater**

ويسمى ايضا غشاء الام الحنون وهو رقيق حيث يغطي سطح الدماغ والحبل الشوكي ويلتصق بها كما ويغلف الاوعية الدموية التي تغذي وتدخل الى مادة الجهاز العصبي المركزي ويعمل كحاجز لمنع نفوذ بعض مكونات الدم الى النسيج العصبي.

الدماغ:

يوجد في تجويف الجمجمة وهو يتألف من المخ Cerebrum والمخيخ Cerebellum وساق الدماغ Brain steam (شكل ٤-٦).

وتنشأ من الدماغ اثنا عشر زوجا من الالياف العصبية تدعى الاعصاب القحفية Cranial nerves تخرج من ثقوب معينة موجودة في القحف وتتفرع الى مناطق متعددة من جسم الحيوان.

المخ: Cerebrum

ويشكل الدماغ الجزء الاعظم من الدماغ واكثره تطورا وخصوصا في الانسان وتركيبه شبه كروي يتخلله اخدود يسمى الشق الطولي Longitudinal Fissure يقسم المخ الى نصفين متناظرين ايمن وايسر ويتميز سطح المخ الخارجي في اللبائن بوجود تلافيف عديدة Cyri تزيد من المساحة السطحية للمخ تتخللها شقوق Fissures او اخاديد Sulci (شكل ٤–٧) بعضها رئيسية عميقة كالشق المركزي Fissure والشقان الجانبيان Lateral Fissures اللذان يقسمان المخ الى عدة فصوص هي:

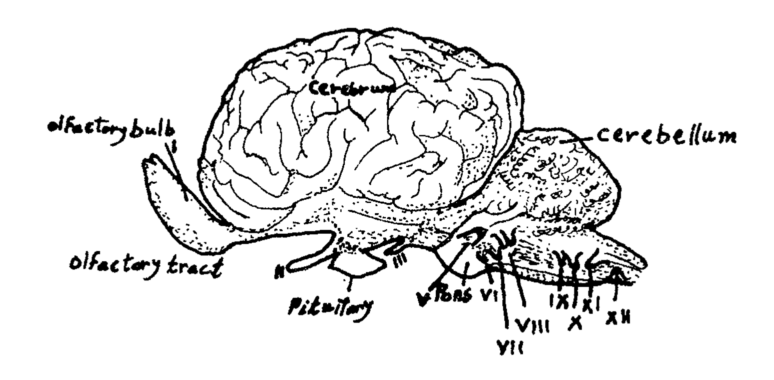
١. الفص الجبهي Frontal lobe
٢. الفص الجداري Parietal lobe
٣. الفص الصدغي Temporal lobe
٤. الفص القفوي Occipital lobe

وكما هو موضح في الشكل (٤–٦).

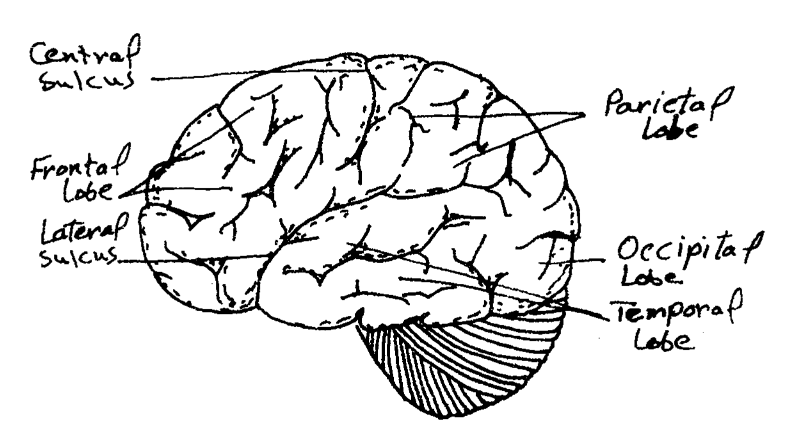
ويكون نسيج نصفي كرتي المخ من منطقة القشرة Cortex ومنطقة تحت القشرة Sub cortex.

قشرة المخ: Cerebral Cortex

وتتكون من المادة السنجابية التي تحتوي على عدد كبير من الخلايا العصبية مرتبة بعدة طبقات. وتحتوي قشرة المخ على مناطق محددة كل منها يختص باحد **الافعال الحسية** Sensory كمنطقة الحس الجسمي Somato Sensory والمنطقة البصرية Visual والسمعية Auditory والشمية Olfactory والمناطق المشتركة (الرابطة) Association areas وتكون هذه المناطق مسؤولة عن استلام وادراك البواعث الحسية الواردة لها من



شكل ٤ – ٦ منظر جانبي لدماغ الحصان تظهر فيه كافة اجزاءه الخارجية مع الاعصاب المخية Gordon *et al* (1982)

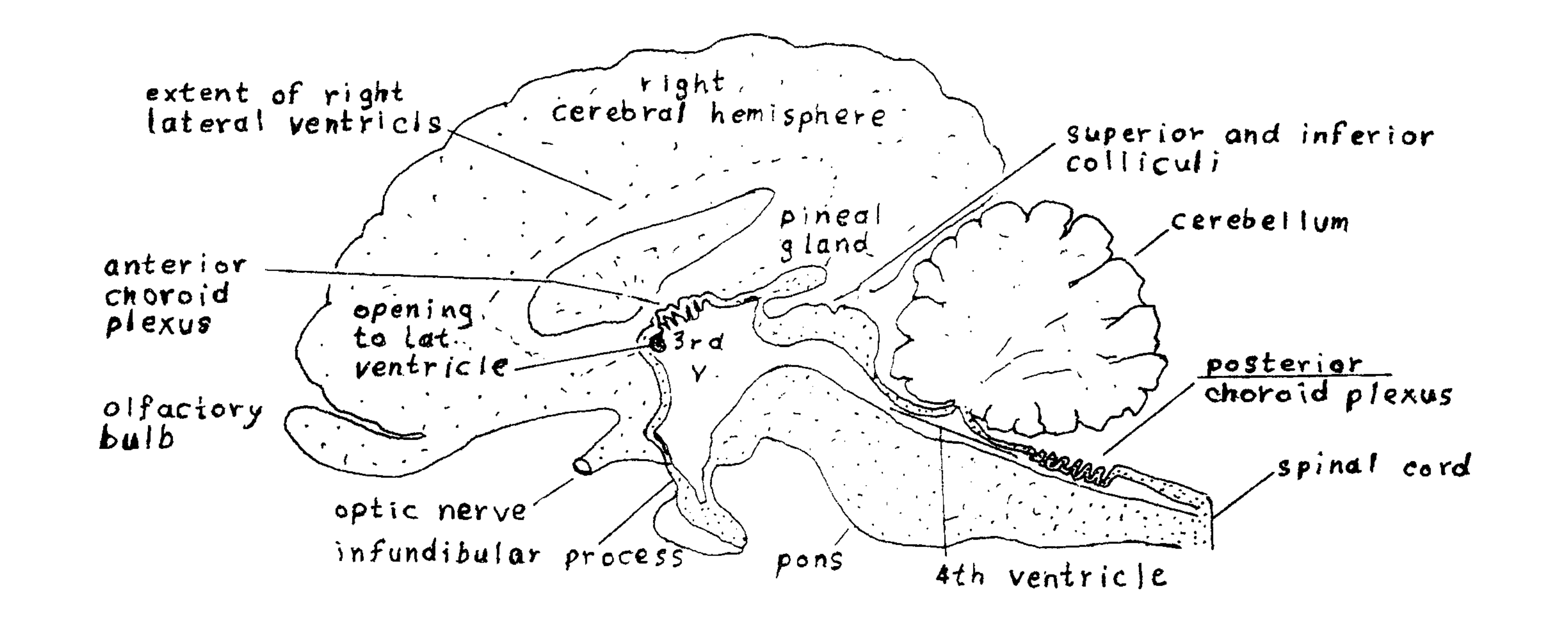


شكل ٤-٧ منظر خارجي للمخ تظهر فيه الاخاديد التي تفصل المخ الى اربع فصوص Lamb *et al* (1982)

مراكز الاحساس المختلفة المناظرة لها في جسم الحيوان. كما وتوجد في قشرة المخ مناطق حركية تسيطر على حركات العضلات الارادية وتنظيم تقلص العضلات الهيكلية وتناسقها والمحافظة على توترها وهي المنطقة الحركية الاولى Primary Motor والمنطقة الحركية الثانية Secondary motor اضافة الى وجود المنطقة قبل الحركية Premotor التي لها القدرة على توجيه حركة العين والعنق والجذع.

منطقة تحت قشرة المخ :- Cerebral Subcortex

تتألف من المادة البيضاء التي تتكون من ثلاثة انواع من الالياف العصبية التي تنتظم على شكل حزم وهي الياف الالتقاء Commissural Fibers التي تكوّن الجسم الثفني الذي يربط نصفي كرتي المخ ، والالياف البارزة Projection التي تمثل الالياف الواردة والصادرة من قشرة المخ. والألياف المشتركة التي تقوم بربط الخلايا العصبية الموجودة في قشرة المخ. ويحتوي كل من نصفي كرتي المخ على تجويف صغير يدعى بطين (ايمن وايسر) تحتوي جدرانه على شبكة من اوعية دموية شعرية يترشح منها سائل تضاف اليه افرازات من خلايا بطانة تجويف الدماغ يدعى السائل المخي الشوكي الذي يعبر من البطينان الجانبيان الى البطين الثالث الموجود في المهاد عبر الثقب بين البطيني لمونرو (شكل ٤ - ٨).



شكل ٤ – ٨ يوضح مقطع طولي للدماغ بالغ مع كافة اجزاؤه.

Wheater *et al* (1982)

المخيخ : — Cerebellum

يقع فوق المخ وخلف النخاع المستطيل ويتكون من نصفين جانبيين ولكنها اصغر من نصفي كرتي المخ مرتبطان فيما بينها بتركيب دودي الشكل يدعى دودة المخ Vermis Cerebelli كما ويرتبط المخيخ بساق الدماغ بواسطة ثلاث سويقات Peduncles من الالياف العصبية . ويحتوي سطح المخيخ على طيات عديدة صغيرة تتخللها شقوق . وتتألف قشرة المخيخ من المادة السنجابية التي تحتوي على ثلاث طبقات من الخلايا العصبية . اما المادة البيضاء فتقع الى الداخل وتتكون من ثلاث مجاميع من الالياف العصبية الواردة الى المخيخ اضافة الى الالياف العصبية الصادرة منه كما وتحتوي المادة البيضاء على ثلاثة ازواج من النوى العصبية التي ترسل الياف عصبية الى اجزاء الجهاز العصبي المركزي الاخرى وكذلك تستلم الياف عصبية واردة اليها .

ويتميز المخيخ بالسيطرة على تنظيم وتنسيق العضلات من خلال تأثيره على الخلايا العصبية الحركية نتيجة لارتباطاته باجزاء اخرى من الجهاز العصبي المركزي كالمخ والحبل الشوكي كما ويقوم بالسيطرة على توتر العضلات والمحافظة على توازن الجسم وتنظيم بعض الافعال الذاتية .

ساق الدماغ : Brain Steam

يختلف ساق الدماغ عن اجزاء الجهاز العصبي المركزي الاخرى من حيث توزيع المادة السنجابية والمادة البيضاء . فبينما نجدها على شكل طبقات في الاجزاء الاخرى من الجهاز العصبي المركزي فانها تتوزع على شكل مجاميع من النوى في ساق الدماغ تتخللها الياف عصبية من المادة البيضاء . ويبلغ عدد النوى حوالي اربعة عشر نواة ترتبط بالاعصاب القحفية التي تنشأ من الجهاز العصبي المركزي وهي ترسل الياف عصبية حسية او حركية الى انحاء متفرقة من جسم الحيوان كالرأس والصدر والاحشاء (جدول ٤ — ١) .

جدول ٤ - ١ الاعصاب المخية (1981) Frandson

رقم العصب	اسم العصب	نوع الايعاز	المناطق التي ينتشر فيها
١	شمي	حسي	الغشاء المخاطي للانف
٢	بصري	حسي	شبكية العين
٣	محرك المقلة	محرك	اغلب عضلات العين
٤	بكري	محرك	عضلة العين الظهرية المائلة
٥	المثلث التوائم	مشترك	حسي- للعين والوجه . محرك- عضلات المضغ .
٦	مبعد	محرك	عضلات العين الساحبة والمستقيمة الجانبية .
٧	وجهي	مشترك	حسي- منطقة الاذن والذوق في ثلثي اللسان الخلفي . محرك عضلات الوجه المعبرة ، الغدد اللعابية الفكية وتحت اللسان .
٨	دهليزي قوقعي	حسي	للاذن والتوازن .
٩	لساني بلعومي	مشترك	حسي- منطقة البلعوم والذوق في اللسان الامامي . محرك- عضلات البلعوم والغدة اللعابية النكفية .
١٠	المبهم	مشترك	حسي- البلعوم والمرئ . محرك- عضلات المرئ ، أحشاء التجويفين الصدري والبطني .
١١	الشوكي اللاحق	محرك	عضلات الرقبة والكتف .
١٢	تحت اللساني	محرك	عضلات اللسان

يتألف ساق الدماغ من :

فوق المهاد	Epithalamus
المهاد	Thalamus
تحت المهاد	Hypothalamus
الدماغ الاوسط	Midbrain
الجسر	Pons
النخاع المستطيل	Medulla Oblongata

فوق المهاد : Epithalamus

هو الجزء الاعلى من ساق الدماغ يقع فوق البطين الثالث للدماغ وبذلك تمر به بعض الألياف العصبية الصادرة من المخ والواردة اليه كتلك التي تتصل بالمناطق الشمية للمخ. كما ويرتبط بالدماغ الاوسط . ويحتوي على مجاميع من النوى العصبية كالنوى جنيب البطين Paraventriculer والنوى اللجيمية Habenuler .

المهاد : Thalamus

يتكون من تركيب بيضوي الشكل يقع في منطقة بين الدماغ يتألف المهاد من مادة سنجابية تحتوي على العديد من النوى العصبية التي تصل اليافها بمختلف المستقبلات المنتشرة في كافة انحاء الجسم كمجموعة النوى الخلفية Posterior nuclear group التي تصل اليافها بمستقبلات الجلد ، ونوى المعقد البطني القاعدي Ventrobasal Complex التي تنقل الاحساسات الواردة من مستقبلات اللمس والاحساسات المتعلقة بحركة الجسم ، ونوى الجسم الركبي Geniculate body الجانبي والوسطي والبطني التي تنقل الاحساسات الى قشرة المخ من المستقبلات البصرية والسمعية ، والنوى الجانبية البطنية Lateroventral nuclei التي لها دور رئيسي في السيطرة على العضلات الأرادية او النوى الامامية Anterior nuclei التي تسيطر على الانفعالات في الحيوان. هذا بالاضافة الى نوى اخرى لازالت وظيفتها غير معروفة . وتمر البواعث العصبية من المهاد الى المناطق المختلفة من قشرة المخ وبذلك تتضح اهميته في استلام وتنظيم وتنسيق الاحساسات العصبية المارة به وتوزيعها على المناطق المختلفة المتخصصة في قشرة المخ.

تحت المهاد : Hypothalamus

ويشكل قاع وجزءاً من جدران البطين الثالث للدماغ. وهو يتكون من اربعة مناطق كل منها يتألف من مجموعة من النويات التي لها وظائف محددة.

أ. المنطقة الامامية : Anterior region

وتتألف من ست مجاميع من النوى هي :

١ . نواة تحت المهاد الامامية	Anterior hypothalamic nucleus
٢ . نواة فوق التصالب	Suprachiasmatic nucleus
٣ . نواة فوق البصرية	Supraoptic nucleus
٤ . نواة قبل البصرية الوسطية	Medial Preoptic nucleus
٥ . نواة قبل البصرية الجانبية	Lateral preoptic nucleus
٦ . نواة جنيب البطين	Paraventricular nucleus

ب . المنطقة الوسطية Medial region

وتشكل جوانب البطين الثالث وتتألف من مجاميع النوى التالية :

١ . النواة الظهرية الوسطية	Dorsomedial nucleus
٢ . النواة البطنية الوسطية	Ventromedial nucleus
٣ . النواة المقوسة	Arcuate nucleus
٤ . النواة الحدبية	Tuberal nucleus

ج . المنطقة الجانبية Lateral region

تتألف من نواتين هما :

١ . حزمة الدماغ الامامي الوسطية	Medial forebrain bundle
٢ . نواة تحت المهاد الجانبية	Lateral hypothalamic nuclei

د. المنطقة الخلفية : Posterior region

وتحتوي على اربعة مجاميع من النوى الحلمية mammillary اضافة الى منطقة تحت المهاد الخلفية Posterior Hypothalamic nuclei وهي ترسل محاورها الى النخاع المستطيل والقرون الجانبية للحبل الشوكي وتعتبر النوى فوق البصرية وجنيب البطين من اهم نوى تحت المهاد حيث تنتهي معظم محاورها العصبية في الفص الخلفي للغدة النخامية. ومن المعتقد ان الحويصلات الافرازية لنهايات هذه المحاور تفرز حبيبات تعتبر المادة الاساسية لهرموني الاوكسيتوسين Oxytocin وهرمون مضاد التبول Antidiuretic بينما ينتهي جزء قليل من المحاور العصبية للنواة جنيب البطين في منطقة البروز الوسطي Medial eminence عند التقاء جذع الغدة النخامية بتحت المهاد.

كما ويتصل تحت المهاد بالفص الامامي للغدة النخامية عن طريق الاوعية البابية النخامية

- وظائف تحت المهاد :

بالنظر لعدد النوى الكثير التي يتضمنها تحت المهاد والتي تختص كل منها بفعل ما في جسم الكائن الحي. فقد تعددت وظائف تحت المهاد ولكن من الممكن اجمالها بالوظائف التالية : -

١. السيطرة على افراز هرموني الاوكسيتوسين وهرمون مضاد التبول من خلال الافرازات التي تفرزها الحويصلات الافرازية لنهايات المحاور العصبية التي ترسلها نوى تحت المهاد فوق البصرية وجنيب البطين الى الفص الخلفي للغدة النخامية.

٢. السيطرة على افرازات الفص الامامي للغدة النخامية وذلك عن طريق تصنيع مواد كيمياوية مطلقة من تحت المهاد تدعى هرمونات الانطلاق وتسمى حالياً هرمونات انطلاق هرمونات مغذيات القند- Gonado tropic releasing hormons او (Gn RH) وهي تساعد على زيادة افرازات بعض هرمونات الفص الامامي كهرمون انطلاق هرمون النمو، هرمون انطلاق الثايروتروبين، هرمون انطلاق البرولكتين، وهرمون انطلاق الهرمون منبه الجريبات (الهرمون الذي يساعد على نمو الجريبات) وهرمون انطلاق الهرمون اللوتيني (الهرمون الذي يساعد على الاباضة)

وهرمون انطلاق مغذي قشرة الغدة الكظرية ... كما ويسيطر تحت المهاد على افرازات الغدة النخامية من خلال افراز هرمونات اخرى تدعى الهرمونات المثبطة Inhibitig factors التي تسمى حالياً هرمونات تثبيط هرمونات تحريض القند Gonadotropic Inhibiting hormons (Gn IH) وهي مواد كيمياوية تقلل من افراز بعض الهرمونات كهرمون مثبط هرمون البرولكتين وهرمون مثبط هرمون النمو.

ويتم افراز هرمونات الانطلاق والتثبيط من النهايات العصبية لعدد كبير من المحاور العصبية الموجودة في منطقة البروز الوسطي لتحت المهاد ويتم انتقال هذه الهرمونات الى الفص الامامي للغدة النخامية عن طريق الاوعية الدموية التي تكون دورة دموية بابية تحت مهادية – نخامية.

٣. تنظيم درجة حرارة الجسم في الثديات ويتم ذلك عن طريق سيطرة خلايا حساسة للحرارة Hypothalamic temprature sensitive cells موجودة في الجزء الامامي والخلفي لتحت المهاد على درجة حرارة الجسم.... فعند ارتفاع درجة حرارة الجو ينتقل الاشعار العصبي عن طريق مستقبلات الحرارة الموجودة في الجلد الى مركز فقدان الحرارة Heat- loss center الذي يقوم بتنشيط الاعضاء التي تساعد على فقدان الحرارة من الجسم كزيادة العرق واللهاث، واللعق، وافراز اللعاب وتقليل الحرارة المتولدة في الجسم .... ويوجد مركز فقدان الحرارة في النوى قبل البصرية وفوق البصرية اما عندما تنخفض درجة حرارة البيئة فيتنبه مركز آخر في المنطقة الظهرية الجانبية لتحت المهاد يدعى مركز توليد وحفظ الحرارة Heat Production & censervation الذي يقوم بتنشيط الفعاليات التي تزيد من انتاج الحرارة كالارتجاف، وتضييق قطر الاوعية الدموية واقلال التعرق كذلك يقوم بتثبيط عمل مركز فقدان الحرارة.

٤. تنظيم التوازن المائي: يحتوي تحت المهاد على خلايا حاسة للتغيرات الحاصلة في حجم الدم وفي الضغط التناضحي له موجودة في النواة فوق البصرية حيث تدعى مستقبلات التناضح Osmorecepters. فعندما تزداد كمية السوائل الناضحة من الدم (اي انخفاض حجم الدم) الى الانسجة يرتفع تركيز الاملاح الموجودة في الدم وبذلك تتنبه مستقبلات التناضح التي تقوم بارسال اشعاراً عصبياً الى الفص الخلفي للغدة النخامية بزيادة افراز هرمون مضاد التبول الذي يقوم بدوره بالاقلال من كمية الماء المترشحة عبر القنوات الجامعة واعادة امتصاصها من النبيبات الكلوية الدانية

(القريبة) Proximal وبذلك يحفظ الماء في الجسم ويبقى الضغط الازموزي للدم ثابت . كما ويقوم تحت المهاد تنظيم التوازن المائي في الجسم عن طريق ادراك كمية الماء التي يحتاجها الحيوان والسيطرة على تناول الماء من خلال مركز الشرب Drinking center الذي تسيطر عليه النوى الوسطية والجانبية لتحت المهاد فيتنبه هذا المركز عند زيادة الضغط التناضحي للدم او عند انخفاض حجم السوائل في الانسجة وبذلك يوعز الى شرب الماء وتشارك النوى فوق البصرية كذلك في السيطرة على مركز الشرب .

٥ . السيطرة على كمية الغذاء المتناول : تؤلف الخلايا العصبية للجزء الامامي لنواة تحت المهاد الجانبية مركز التغذية Feeding center ويدعى احياناً مركز الجوع Hungry center فعندما يتحفز هذا المركز يشعر الحيوان بالجوع ويبدأ بتناول الغذاء ويستمر الى ان يتناول كمية كافية فيتنبه مركز الشبع Satiety center الموجود في نواة تحت المهاد الوسطية فيقوم بتثبيط مركز التغذية ومن خلال هذين المركزين يتم تنظيم كمية الغذاء المتناول من قبل الحيوان . ان اتلاف مركز التغذية يؤدي الى فقدان الشهية بصورة تامة وعلى العكس فإن إتلاف مركز الشبع يؤدي الى استمرار الحيوان في تناول الطعام Hyperphagia وعدم توقفه . ان انخفاض مستوى السكر والاحماض الدهنية يؤدي الى تحفيز مركز التغذية وبالتالي تناول الغذاء الى ان يتم امتصاصه وارتفاع مستوى السكر في الدم عندها يتم تنبيه مركز الشبع لتثبيط عمل مركز التغذية . كما وان انخفاض درجة حرارة الجسم لها علاقة في تنبيه مركز التغذية وبذلك مباشرة الحيوان في تناول الطعام الذي تصاحبه زيادة درجة حرارة الجسم نسبياً من خلال عملية تناول الطعام عندها يتم تحفيز مركز الشبع لتثبيط عمل مركز التغذية .

٦ . تنظيم عمل الجهاز العصبي الودي واللاودي : ان الخلايا العصبية للجزء الخلفي لتحت المهاد لها القدرة على تنظيم نشاط الجهاز العصبي الودي وبذلك فان نشاط هذا الجهاز يؤدي الى تثبيط حركة جهاز الهضم وخصوصاً المعدة فيحدث فيها الارتخاء الاستقبالي Receptive relaxation في حين ان خلايا المنطقة الامامية والوسطية لها القدرة على تنظيم نشاط الجهاز العصبي اللاودي وبذلك فان نشاط هذا الجزء يؤدي الى تنبيه جهاز الهضم وزيادة حركته فتزداد حركة الكرش مثلاً وتعقبها حركة الأمعاء ويتم زيادة افراز العصارات المعدية . ومن هنا تتضح أهمية تحت المهاد في تنظيم فعالية جهاز الهضم .

الدماغ الاوسط : Midbrain

يقع خلف منطقة تحت المهاد وامام منطقة الجسر وتمر به قناة مركزية ضيقة تدعى القناة المخية التي تربط البطين الثالث الموجود في المهاد مع البطين الرابع الموجود بين المخيخ من الاعلى ومنطقة الجسر والنخاع المستطيل من الاسفل . وتحتوي نوى الدماغ الاوسط على خلايا عصبية مسؤولة عن التوتر العصبي للعضلات الصدغية Temporalis والماضغة masseter والجناحيةPterygoid اضافة الى خلايا مسؤولة عن مستقبلات الضغط السنية Dental pressure receptors كما وتوجد نوى العصب المحرك للعين Oculomotor nerve (العصب الثالث) في منطقة الدماغ الاوسط التي تتألف من جزئين:

١. **الجزء الظهري** : توجد فيه زوجان من الارتفاعات الدائرية تدعيان الاجسام الرباعية. زوج امامي يعتبر مركز المنعكسات البصرية واخر خلفي خاص بالمنعكسات السمعية ويعمل الزوج الأمامي على تغير وضع العين والرأس والجذع والأطراف نتيجة للبواعث الواردة من شبكية العين اما الزوج الخلفي فيقوم بتنظيم السمع وحركة الاذن باتجاه الصوت.

٢. **الجزء البطني** : ويتألف من سويقات قاعدية Basis Pedunculi يحتوي كل منها على نواة حمراء وهي مجاميع من خلايا عصبية غنية بالاوعية الدموية تشترك في السيطرة على توتر العضلات الهيكلية والمحافظة على توازن الجسم . وعلى المادة السوداء التي تتكون من خلايا عصبية مخضوبة Pigmented تساعد على تنظيم درجة توتر العضلات. كما وتحتوي السويقات القاعدية على سويقات قاعدية تتألف من الياف قشرية نازلة من المخ .

الجسر : Pons

يدعى احيانا القنطرة بين الدماغ الاوسط من الامام والنخاع المستطيل من الخلف والمخيخ من اعلى (شكل٤-٨) ويتألف من خلايا عصبية تحتوي على نواة العصب المبعد Abducent (العصب السادس) الذي يشترك في تنظيم حركة العين وعلى النواة الحسية الرئيسية للعصب الثلاثي التوائم (الخامس) التي تستلم الاحساسات العصبية الواردة من العضلات الهيكلية من منطقة الرأس وعلى جزء من نواة العصب الدهليزي القوقعي (الثامن) الذي يشترك في بعض الوظائف السمعية. ويحتوي الجسر ايضا على مراكز

توصيل الاعصاب القشرية الجسرية المخيخية التي تشترك في السيطرة على الافعال الحركية الجسمية وعلى الياف عصبية توصل البواعث بين النصفين الكرويين للمخ اضافة الى ربط المخيخ بالجهاز العصبي.

* **النخاع المستطيل Medulla oblongata :-**

هو الجزء الخلفي من الدماغ الذي يصله بالحبل الشوكي ويتألف من الياف عصبية تمر به الى الاجزاء العليا من الدماغ ومن تجمعات خلايا عصبية تؤلف نوى عصبية تسيطر على اهم الافعال الحيوية بالجسم كنواة الحزمة المفردة التي تستلم الياف حسية تنقل احساسات من الفم والبلعوم والحنجرة والاحشاء الصدرية والبطنية عن طريق العصب المبهم (العاشر) Vagus والعصب اللساني البلعومي (التاسع) Glossopharyngeal والنوى الخاصة بحاسة اللمس Tactile Sense والاحساس المفصلي Joint sense كما وتشترك مع الجسر في تكوين نوى الاعصاب المخية من العصب الخامس وحتى الثاني عشر.

ويشترك النخاع المستطيل مع الجسر على اهم الافعال الحيوية في الجسم وذلك لوجود مراكز عصبية مهمة فيها هي :

١. مركز التنفس Respiratory Center
٢. مركز افراز اللعاب Salivatory Center.
٣. مركز البلع Swallowing center
٤. مركز التقيؤ Vomiting center
٥. مركز افراز العرق Sweating center
٦. مركز تنظيم قطر الاوعية الدموية Vasomotor center
٧. جزء من مركز تنظيم الهضم

ويتم تنظيم عمل المراكز اعلاه مباشرة عن طريق توصيل البواعث العصبية او عن طريق ردود فعل انعكاسية لتأثيرات عصبية على التراكيب المختلفة للاعضاء المشتركة بتلك المراكز.

الحبل الشوكي Spinal Cord :-

وهو احد اعضاء الجهاز العصبي المهمة ويكون اسطواني الشكل ، يمتد من النخاع المستطيل داخل القناة الفقرية الى مسافات متفاوتة في نهاياتها وتبلغ كتلته اكثر من كتلة الجهاز العصبي المركزي... يحتوي على عدد كبير من الخلايا العصبية تقدر بالملاين في كل قطعة داخل كل فقرة وله تأثير كبير في تقرير الفعاليات الحسية والحركية للحيوان وفي رد بعض الافعال العصبية الانعكاسية غير المدركة من قبل الحيوان التي لاتدخل ضمن ادراك الدماغ. كما وأنه يعمل كموصل للبواعث الحسية الواردة للدماغ لغرض تناسق وتكامل عملية الأدراك الحسي وأرسال الأرشادات الحركية الخاصة بها عبر الألياف العصبية .

• تركيب الحبل الشوكي :

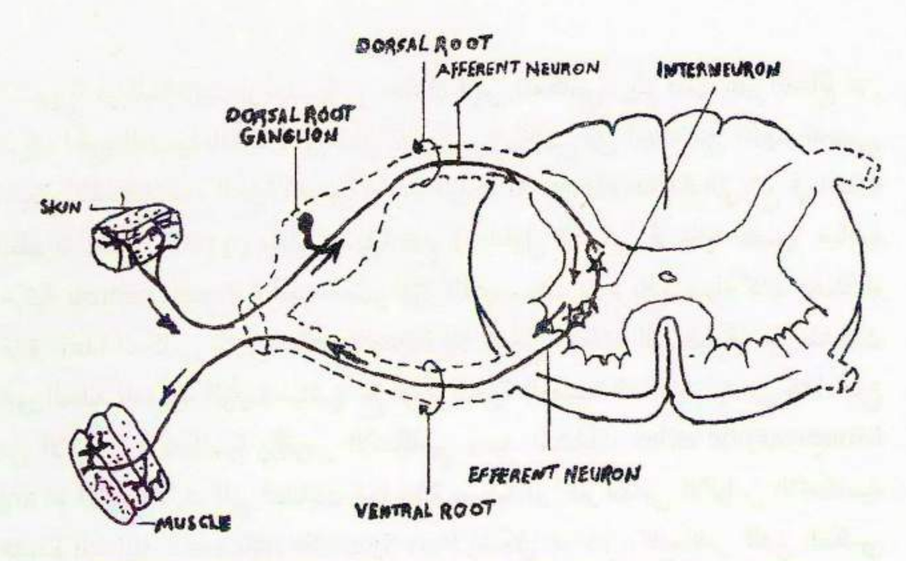
يقسم الحبل الشوكي الى عدة قطع Segments متصلة فيما بينها على طول العمود الفقري وعلى اساس قطعة لكل فقرة وترتبط كل منها بزوج من الالياف العصبية تدعى الجذور العلوية والسفلية (او الظهرية والبطنية Dorsal Ventral root) ويطلق عليها أحياناً بالجذر الظهري والجذر البطني.... ان الاحساسات الواردة الى الحبل الشوكي Sensory inputs تصل بواسطة الجذور الظهرية الى القرن الظهري للحبل اما الاشارات الحركية التي تصدر منه الى الاعضاء والعضلات فتصدر من القرون البطنية للحبل وتنتقل بواسطة الجذور البطنية شكل(٤-٩) ان الجذر الظهري والجذر البطني لجانب كل قطعة تمتد فيما بينها مكونة العقد الشوكية خارج الفقرات قرب العمود الفقري لذا تكون مختلفة (شكل ٤-١٠) ومن العقد الشوكية Spinal ganglia ينشأ العصب الشوكي Spinal nerve الذي لايلبث ان ينقسم الى فرع ظهري وفرع بطني تمتد الى العضلات ويمتد على الحبل الشوكي شقان احدهما علوي وآخر سفلي Drosal and ventral fissure كما وتوجد قناة مركزية ضيقة داخل الحبل الشوكي تدعى القناة الشوكية Spinal Canal تحتوي على سائل شوكي .

ان خلايا الحبل الشوكي تتجمع في المادة السنجابية فتظهر فراشة في وسط الحبل او احيانا تظهر على شكل حرف H في المقطع العرضي للشكل (٤-٩).... ان البروزين العلويين يدعيان القرون الظهرية Dasal horns التي تتجمع فيها الخلايا الحسية

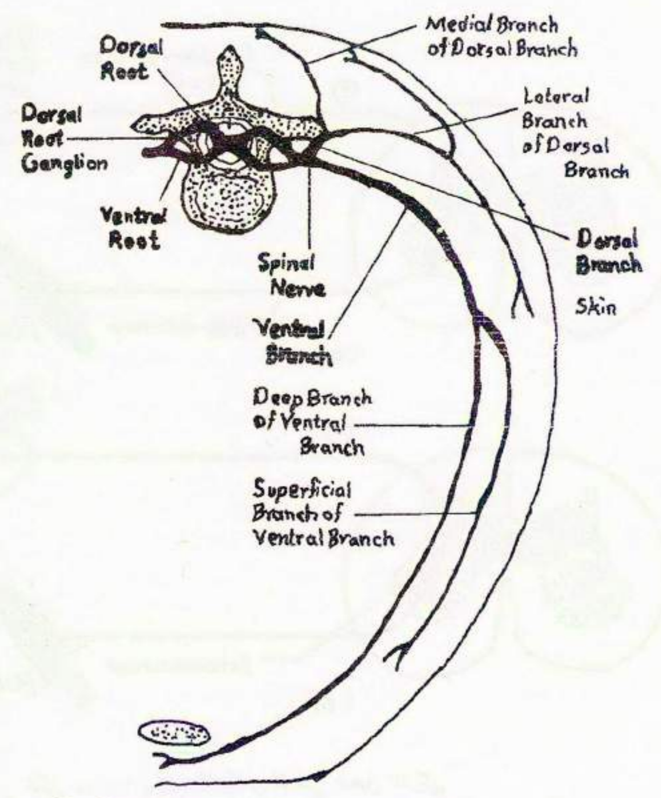
اما البروزين السفليين فيدعيان القرون البطنية Ventral horns Sensory neurons يحتويان على مجاميع الخلايا الحركية Motor neurons وتتوسط البروزين العلويين والسفليين خلايا وسطية Inter neurons مهمتها نقل المعلومات من خلايا القرون الظهرية الى خلايا القرون البطنية الحركية. وترسل الخلايا الحسية نتوآتها داخل حدود الجهاز العصبي المركزي حيث تتشابك اكثر فروعها مع الخلايا الوسطية اما القليل منها فيتشابك مع الخلايا الحركية كما وترسل فروع اخر صاعدة الى الاجزاء الاخرى من الجهاز العصبي المركزي ونازلة الى باقي اجزاء الحبل الشوكي. كذلك فان ارتباط نتوآت الخلايا الوسطية يقتصر بحدود الاجزاء الاخرى من الجهاز العصبي المركزي... اما الخلايا العصبية الحركية فانها ترسل محاورها الى خارج الجهاز العصبي المركزي حيث تجهز فروعها العضلات الهيكلية وتسمى عندئذ الخلايا العصبية الحركية Somatic Motor nearons. والخلايا التي تجهز فروعها الاحشاء وتدعى الخلايا العصبية اللاارادية- Autonomic Motor neurons كذلك فان الخلايا الحركية التي تجهز المغازل العضلية تدعى الخلايا العصبية الحركية داخل المغزل Interafusal neurons . وتنتظم خلايا المادة السنجابية على شكل مجاميع تسمى اعمدة او نوى Nuclei يختص كل منها بعمل يختلف عن الاخر منها يختص بالجهاز الحسي او تلك التي تنظم حركة الجسم والاحشاء. اما الالياف العصبية فتتجمع في المادة البيضاء خارج المادة السنجابية على شكل حبال عصبية Funiculi. زوج ظهري وزوج جانبي واخر بطني ويتكون كل حبل من عدة حزم صاعدة الى الاجزاء الاخرى من الجهاز العصبي المركزي كالنخاع المستطيل والمخيخ والمخ.

* **وظائف الحبل الشوكي :**

يعتبر الحبل الشوكي ممرا هاما للاحساسا ت الواردة الى الدماغ عن طريق الالياف العصبية الحسية المتصلة بساق الدماغ ثم اجزاء الدماغ الاخرى، بعد ان يؤثر عليها كتضخيمها مثلا وكذلك للايعازات التي يرسلها الدماغ الى اجزاء الجسم والاحشاء، (عدا الرأس) عن طريق الاعصاب الشوكية المحركة بعد مرورها بالحبل الشوكي الذي بدوره ينظم توزيعها على اجزاءه المختلفة وكذلك ينظم نوع وشدة تأثيرها وبذلك يسيطر الدماغ بصورة غير مباشرة على فعاليات الجسم المختلفة كما وان الحبل الشوكي يحتوي على مراكز انعكاس -Reflex Centers- تساهم في افعال انعكاسية Reflex activities مختلفة

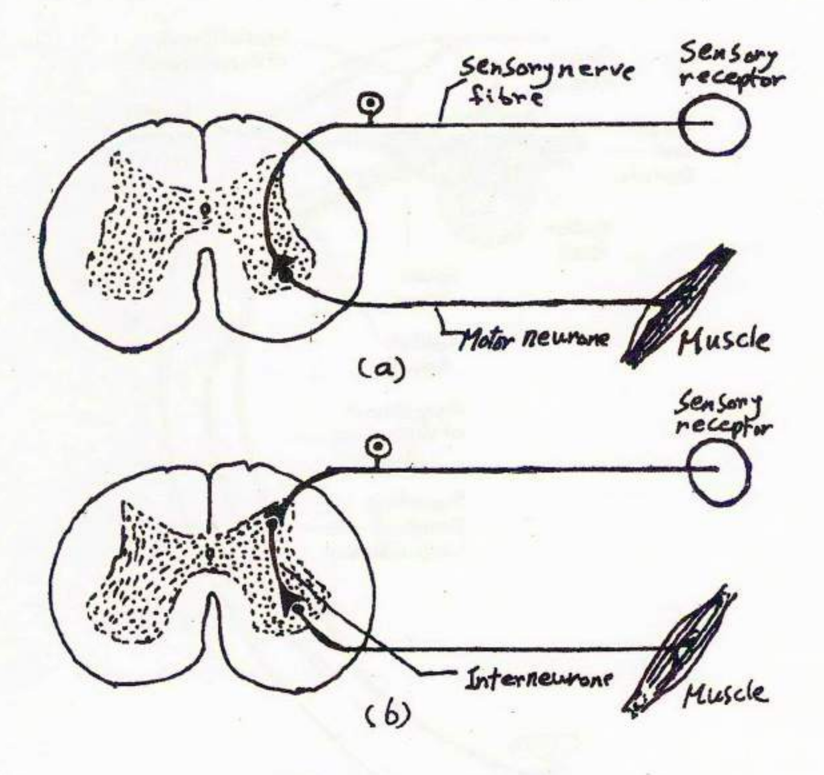


شكل ٤-٩ رسم تخطيطي يوضح مقطع عرضي للحبل الشوكي مع اتصالاته Frandson (1981)



شكل ٤-١٠ يوضح تفرعات عصب شوكي كامل Frandson (1981)

لاشعورية هيكلية كانت او حشوية من خلال قوس انعكاسي، يتم ذلك بتأير الدماغ عن طريق الحزم العصبية النازلة ، ويشمل كل قوس انعكاسي على اجزاء من الجهاز العصبي المحيطي كالمستقبلات، الخلية العصبية الحسية الواردة Afferentneuron التي تقع في العقدة الظهرية (شكل ٤–١١) وخلية وسطية تقع في الحبل الشوكي ثم خلية عصبية صادرة حركية Efferent neuron تجهز العضو المؤثر الذي سوف يقوم بالرد سواء كان عضلة او غدة ماعدا انعكاس التوتر Myotic reflex فلا تدخل الخلايا الوسطية فيه بل يتشابك محور الخلية العصبية الواردة مباشرة مع فروع الخلية العصبية الصادرة. يدعى هذا النوع من الاقواس الانعكاسية بالقوس الانعكاسي وحيد التشابك Moncsynaptic reflex are اما الانعكاسات التي تتشابك فيها خلية وسطية او اكثر فتدعى الاقواس الانعكاسية عديدة التشابك Poly Synaptic reflex arc (شكل ٤–١١) كانعكاس التوتر العكسي Inverse myotaticreflex وكمثال للانعكاسات:–



شكل ١٤–١١ يوضح الانعكاس العصبي للحبل الشوكي

ا – انعكاس احادي الاشتباك

ب – انعكاس متعدد الاشتباك

Lamb *et al* (1980)

انعكاس الانسحاب – Withdrawal reflex ، او الثني Flexion او انعكاس الباسط المتصالب Crossed extonsor reflex او انعكاس الدفع الباسط Extensor thrust reflex او انعكاس الحك Scratch reflex .

– الجهاز العصبي اللاارادي (ذاتي)

ويشمل الالياف العصبية التي تنظم فعالية الاحشاء الداخلية للحيوان كالقناة الهضمية والغدد الملحقة بها وجهاز الدوران والتنفس والجهاز البولي والتناسلي وتنتشر المراكز المسؤولة عن ذلك في كل من النخاع المستطيل والجسر وتحت المهاد والدماغ وقشرة المخ ... وقد سمي بالجهاز العصبي اللاارادي كون التحكم الارادي فيه غير ممكن لذا فانه يعمل لاارادياً ولكنه لاينفصل عن اجزاء الجهاز العصبي الاخرى كما اسلفنا ، وهو يجهز العضلات اللاارادية الملساء بالاعصاب اللاارادية الحسية والحركية. وتختلف الاعصاب اللاارادية عن الاعصاب الجسمية كون الاخيرة توصل الجهاز العصبي المركزي حيث ان خلاياها الحركية موجودة هناك ، بالعضلات الارادية مباشرة دون تشابك ، بينما نجد أن الاعصاب اللاارادية تبدأ من الجهاز العصبي المركزي لتخرج وتتشابك مع عقد لاارادية خارج الدماغ او الحبل الشوكي ثم من خلايا تلك العقد الى الاحشاء المختلفة .

كما وان الجهاز العصبي اللاارادي يمد الاعضاء بمجموعتين من الالياف ودية (سمبثاوية) Sympathatic ولاودية (باراسمبثاوية) – parasympathatic ان نشاط كلا المجموعتين قد يتضاد احياناً الا انها يكملان بعضها البعض . فالاعصاب الودية مثلاً تنشط اثناء الخوف فتزيد من نشاط الاعضاء اما الاعصاب اللاودية فتنشط في الحالة الاعتيادية للحيوان وتنظم نشاط الاعضاء حيث تقلل من الزيادة غير الطبيعية التي قد تحصل احياناً في نشاطها .

– تركيب الجهاز العصبي اللاارادي : –

يتالف الجهاز العصبي اللاارادي من الناحية التشريحية من جزئين هما جزء مركزي Central وجزء محيطي صادر peripheral efferent

* الجزء المركزي :

يتالف من مجاميع خلايا عصبية للسيطرة على الاجزاء التي يؤثر عليها الجهاز العصبي اللاارادي. وتتوزع هذه المجاميع على مناطق متفرقة من الدماغ. فنجد ان ساق الدماغ يحتوي على خلايا خاصة بالجهاز العصبي اللاارادي تسيطر على نشاطات الاحشاء كالتنفس، التقيؤ، التبول، افراز الدموع واستجابة بؤبؤ العين ودوران الدم وافراز اللعاب وكذلك تقلص العضلات الخاصة بحركة الشعر .... ويشترك تحت المهاد في السيطرة على فعالية الجهاز العصبي اللاارادي كنشاط عضلات الاحشاء والغدد الملحقة بها من خلال تنظيمه لافرازات الغدة النخامية. اما قشرة المخ فتشترك في السيطرة على العديد من فعاليات الجهاز العصبي اللاارادي حيث تؤثر في التنفس، نبض القلب، ضغط الدم، التعرق، ضغط المعدة والمثانة. وقد يرتبط ذلك بالحالة النفسية للحيوان كالغضب والقلق والخوف، ويشترك المخيخ ايضاً في السيطرة اللاارادية على تثبيط انعكاسات تغير قطر الاوعية الدموية. كذلك توجد خلايا خاصة في الفقرات الصدرية والقطنية والعجزية تؤثر في نشاط الاحشاء الداخلية ذاتياً تدعى الخلايا العصبية قبل العقدية preganglionic neurons ويطلق ذلك ايضاً على كافة الخلايا الموجودة في الجزء المركزي والتي لها سيطرة لاارادية على الاحشاء. اما الخلايا العصبية الثانية التابعة للجهاز العصبي اللاارادي الموجودة في العقد العصبية الذاتية خارج الجهاز العصبي المركزي فتدعى الخلايا العصبية بعد العقدية Postganglionic neurons

- الجزء الصادر المحيطي : -

يتضمن اجزاء الجهاز العصبي اللاارادي من عقد عصبية Ganglia والياف واقعة خارج الجهاز العصبي المركزي. وتدعى العقد العصبية اللاارادية فقرية او جنيب الفقرية Paravertebral عندما تقع جنب العمود الفقري من الجهة البطنية حيث تكون الجذع الودي Sympathetic trunk وقد تسمى جانبية او وسطية عند وقوعها بين الجهاز العصبي المركزي والاحشاء كالعقدة البطنية Celiac ganglion ؛ والعقد الحوضية Pelvic ganglion كما ويطلق على العقد طرفية عند وجودها قرب الاحشاء حيث تكون لاودية parasympathetic كالعقد القلبية والمعدية والرئوية. اما الياف الجهاز العصبي اللاارادي فتصنف الى ودية ولاودية تبعاً لنشاطها الفسيولوجي ومنشأها.

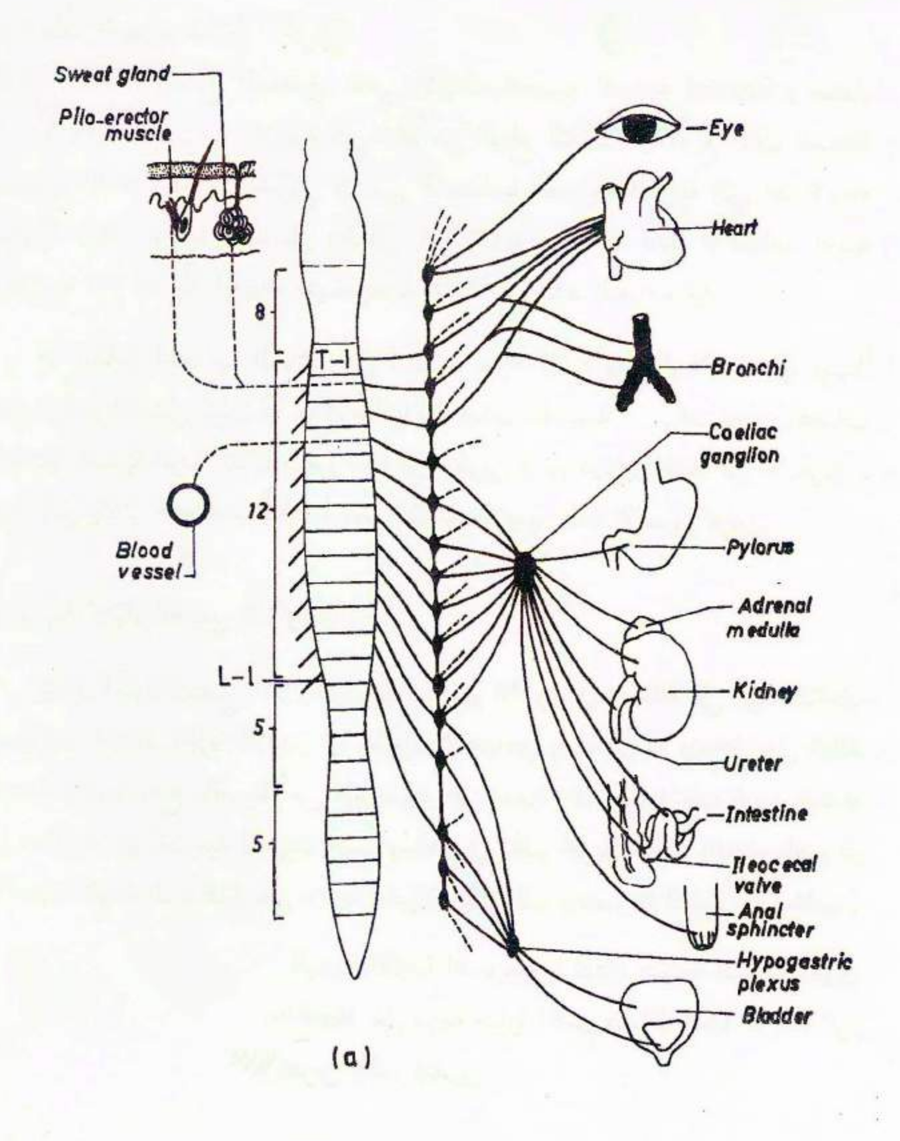
فالالياف الودية تنشأ من المنطقة الصدرية والقطنية للحبل الشوكي Thoracolum-ber regiom (شكل ٤ – ١٢) بينما تنشأ الالياف اللاودية من مناطق مختلفة من الدماغ او المنطقة العجزية للحبل الشوكي. ان الالياف اللاودية التي تنشأ من الدماغ كساق الدماغ مثلاً او النخاع المستطيل تدعى الالياف العصبية القحفية Cranial (جدول ٤ – ١) اما الاعصاب اللاودية التي تنشأ من القطع الثلاث أو الأربع الاول للمنطقة العجزية Sacral للحبل الشوكي فتسمى الاعصاب العجزية اللاودية التي تمد الامعاء الغليظة والمثانة والجهاز التناسلي (شكل ٤– ١٣). ويختلف عدد الاعصاب الودية واللاودية تبعاً لفصيلة الحيوان حيث يعتمد ذلك على عدد الفقرات فيه.

ان نهايات اعصاب الخلايا قبل العقدية سواء كانت ودية او لاودية تفرز وسيطاً كيمياوياً هو الاستيل كولين كما هو في خلايا الاعصاب الجسمية ..... اما نهايات اعصاب الخلايا العقدية الودية فغالباً ماتفرز مادة نورا بنفرين او نورادرنالين وقليلاً من الابنفرين ، بينما تفرز نهايات اعصاب الخلايا بعد العقدية اللاودية مادة الاستيل كولين.

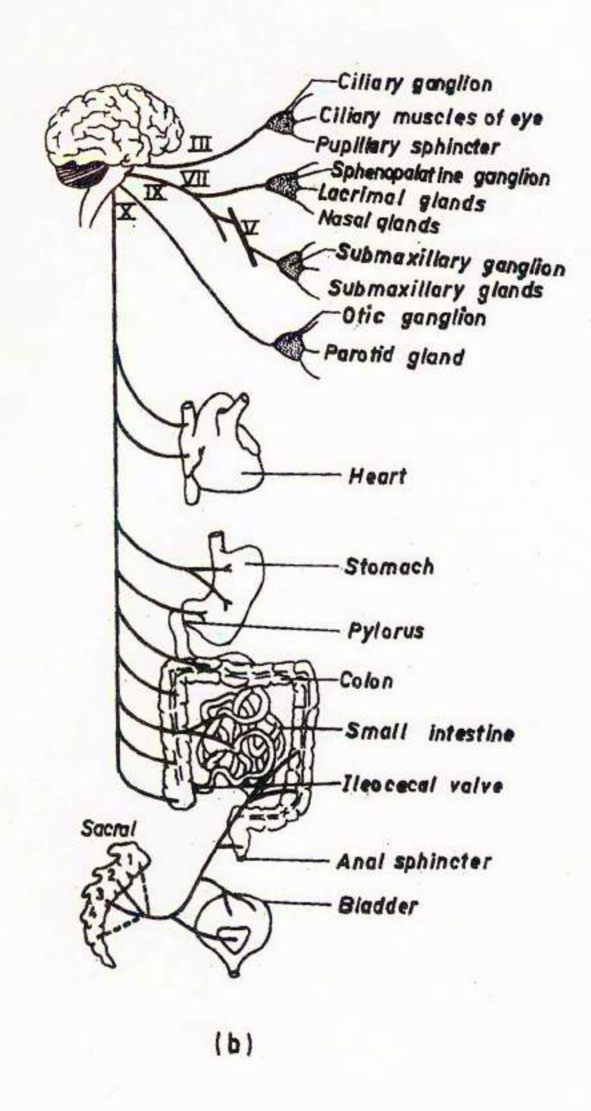
*** وظيفة الجهاز العصبي اللاارادي : –**

يشارك الجهاز العصبي اللاارادي اجهزة الجسم الاخرى في المحافظة على البيئة الداخلية للحيوان. فينشط الجزء اللاودي في الحيوان الاعتيادي وقت الراحة ويحافظ على الطاقة المنتجة فيه ويصحح ماقد يطرأ من تغير بسيط على اجهزة الجسم. اما الجزء الودي فينشط في الحالات غير الطبيعية للحيوان حيث يساهم في تنظيم تحويل الطاقة والغذاء والدم الى الاعضاء المهمة للمحافظة على ديمومة الحيوان اثناء ذلك وخصوصاً القلب والعضلات.

كما وتتوسع القصبة الهوائية والرئتين والاوعية الدموية فيها لتزداد مساحة التبادل الغازي كذلك يساهم الجزء الودي في المحافظة على درجة حرارة الجسم ونشاط الكبد وزيادة افراز هرمونات الغدة الكظرية كالابنفرين والنور ابنفرين.



شكل ٤– ١٢ اعصاب الجهاز العصبي اللاارادي الودية (السمبثاوية) الصادرة Lamb et al (1980)



(b)

شكل ٤ – ١٣ اعصاب الجهاز العصبي اللاارادي اللاودية (الباراسمبثاوية) الصادرة Lambet et al (1980)

الفصل الخامس

الجهاز الهضمي Digestive System

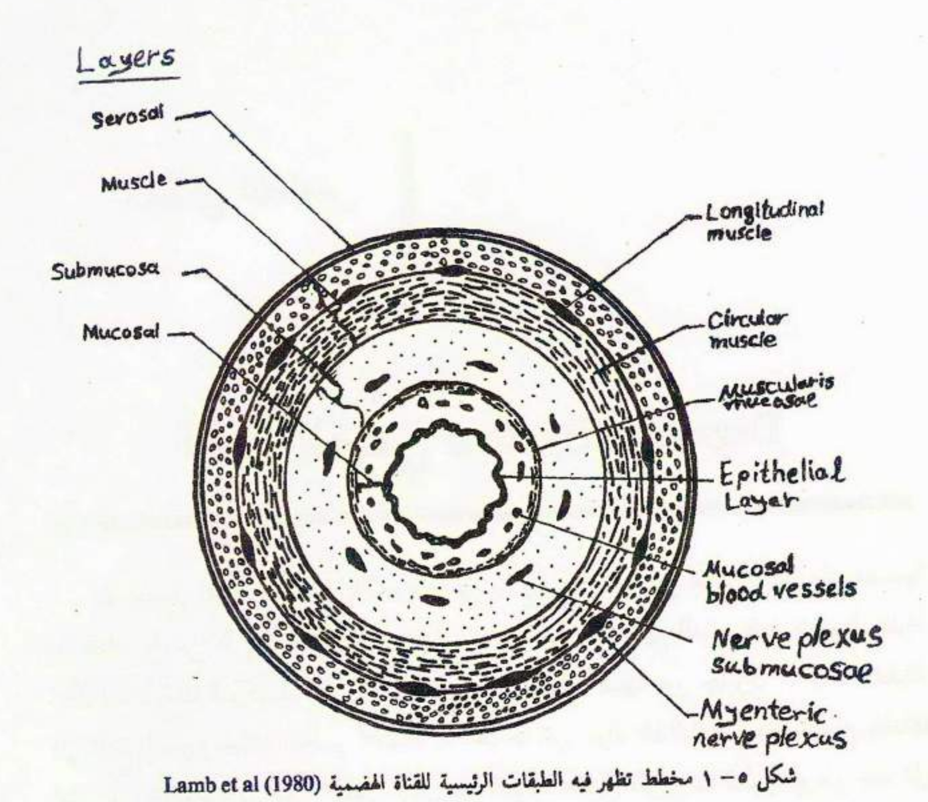
ان جميع المواد الغذائية والادوية التي يتناولها الحيوان عن طريق الفم يتم هضمها وامتصاصها عن طريق جهاز الهضم الذي يعتبر الجهاز الرئيسي الذي يقوم بتحويل المواد الغذائية المعقدة التركيب الى مواد ابسط يسهل امتصاصها عبر جدران الامعاء الدقيقة الى الدم لتجهيز خلايا الجسم المختلفة بما تحتاجه من مواد غذائية ضرورية للقيام بافعالها الحيوية. وعموما فان جهاز الهضم يتألف من انبوب عضلي طويل ذا قطر يتغير من جزء الى آخر مبطن بغشاء مخاطي يبدأ بالفم وينتهي بفتحة الشرج. ويتألف جدار القناة الهضمية تشريحيا من اربعة طبقات رئيسية بالرغم من اختلاف اجزاء جهاز الهضم وسنستعرض هذه الطبقات بصورة سريعة من الداخل الى الخارج (شكل ٥- ١)

١. الطبقة المخاطية : Mucosa layer

وهي مبطنة بخلايا ظهارية تستند على نسيج رابط تنتشر فيه اوعية دموية شعرية تليها مباشرة طبقة رقيقة من عضلات ملساء تدعى الطبقة المخاطية العضلية Mascularis Mucosae مزودة بالياف عصبية ودية.

٢. الطبقة تحت المخاطية : Submucosa Layer

وتتالف من نسيج رابط كثيف تتخلله شبكة من اوعية دموية والياف ماسنير العصبية Meissner's Plexus تغذي هذه الطبقة والطبقة المخاطية.



شكل ٥ – ١ مخطط تظهر فيه الطبقات الرئيسية للقناة الهضمية Lamb et al (1980)

٣ . الطبقة العضلية : Museularis Layer

وتتكون من طبقتين من العضلات الملساء الاولى داخلية ذات عضلات دائرية تساعد على زيادة او تقليل قطر القناة الهضمية اما الطبقة الثانية خارجية ذات عضلات طويلة تسيطر على طول او قصر القناة الهضمية وتتخلل الطبقة العضلية شبكة من الياف ابوباج العصبية Auerbach's plexus .

٤ . الطبقة المصلية او الخارجية : Serossal er Adventitious Layer

وتشمل حزم الياف غروية منسوجة مع الياف شبكية وقليل من الالياف المرنة تشكل جميعها شبكة متينة مغطاة بطبقة واحدة من خلايا ظهارية بسيطة .

ومن اجل التعرف على وظيفة جهاز الهضم ونشاطه الفسيولوجي بصورة واضحة وشاملة لابد لنا من تتبع كافة المراحل التي تمر بها المواد الغذائية بدءاً بطرق تناولها المختلفة من قبل الحيوان وما يتعرض له الغذاء من تجزءه ميكانيكية وكيمياوية وامتصاص وانتهاءاً بابرازه.

تناول الطعام :

تختلف الحيوانات في اسلوب تناولها للغذاء. فنجد ان القردة تستخدم ايديها في مسكه ووضعه في الفم بينما تستخدم القطط والكلاب قوائمها الامامية في مسك فريستها وتقطيعها قطعاً صغيرة بواسطة قواطعها. اما بالنسبة للحيوانات/الزراعية فتستخدم الاغنام قواطعها الامامية في قطع النباتات يساعدها في ذلك لسانها وشفتها العليا المشقوقة التي تساعدها في مسك الحشائش الصغيرة والتهامها اما الفصيلة البقرية فنجد ان اللسان يلعب دوراً كبيراً في مسك والتهام الحشائش نظراً لعدم وجود القواطع الامامية العليا في فكها كما وتوجد في طرف اللسان حليمات صغيرة منتفخة صلبة تساعد على جمع الجزيئات الغذائية الصغيرة.

مضغ الطعام :

تبدأ عملية مضغ الطعام بعد دخوله الى الفم حيث تتم تجزءته الميكانيكية بواسطة حركة الفك الجانبية في المجترات او حركة الفك العامودية كما في الحيوانات الاخرى وللاسنان دور كبير في تجزئة المواد الغذائية ويختلف عدد مرات مضغ الطعام تبعاً لنوع الحيوان. فتكون في الحيوانات المجترة اقل واسرع مما هي عليه في الحيوانات أكلة اللحوم كما ويختلف ذلك تبعاف لنوع العلف. وعموماً فأن الحشائش تتطلب وقتاً لغرض تقطيعها وجعلها لقماً. ان عملية المضغ لاارادية الا انه يمكن ايقافها او اسراعها بصورة ارادية. ويختلف شكل وحجم ووزن اللقمة تبعاً للغذاء المستهلك كالحشائش او الاعلاف المركزة وبمساعدة الافرازات التي تفرزها الغدد اللعابية في جوف الفم.

انتاج اللعاب :

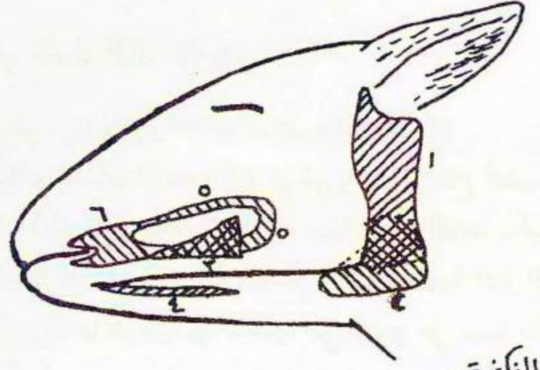
يعتبر اللعاب من العناصر المهمة المساعدة في تكوين اللقمة وفي عملية مضغ الطعام هضمه وتختلف كمية اللعاب المفرزة في الفم تبعاً لنوع الحيوان. فالمجترات تفرز كمية اكبر

من اللعاب عما هو عليه في الحيوانات الاخرى. كما وتتأثر كمية اللعاب المفرزة تبعاً لطبيعة العلف المتناول ومكوناته.

ينتج اللعاب في المجترات بكميات غزيرة من قبل خمس مجاميع من الغدد المزدوجة وثلاث مجاميع من الغدد المنفردة (شكل ٥- ٢) وتشتمل الغدد المزدوجة الغدد النكفية Parotid gland التي تمتد من قاعدة الاذن الى نهاية الفك الاسفل الخلفية، والغدة تحت الفك الاسفل Submandibular gland وتدعى احياناً غدة تحت الفقم، وتوجد بين قاعدة الفك الاعلى والاسفل، غدة تحت الطواحن Submolar gland، غدة تحت اللسان Sublingual gland والغدة الشدقية Buccal gland. اما الغدد اللعابية غير المزدوجة فتشمل: الحنكية Palatine Gland التي تقع في منطقة الحنك، والبلعومية Pharyngeal gland وتقع بالقرب من البلعوم والشفوية Labial gland وتقع في زوايا الفم. ويشكل انتاج الغدد النكفية حوالي ٤٠- ٥٠٪ من الانتاج الكلي للعاب. اما كمية اللعاب الكلية التي تفرز يومياً فتختلف من حيوان لآخر فالاغنام تفرز حوالي ٦- ١٠ لتر/ يوم، وفي الابقار البالغة حوالي ١٥٠ لتر/ يوم، ان افرازات الغدد اللعابية على انواع منها افرازات مصلية عندما يكون اللعاب رائقاً مائي القوام يحتوي على البروتين ولايحتوي على مخاطين كاللعاب الذي يفرز من الغدد النكفية وغدد تحت الطواحن، او افرازات مخاطية ذات قوام سميك لزج لايحتوي على المخاطين، او افرازات لعابية مخاطية ذات قوام سميك ولزج يحتوي على مخاطين وبروتينات سكرية كالغدد اللعابية الحنكية، الشدقية البلعومية والغدتين الواقعتين تحت الفك الاسفل. وتوجد ايضاً افرازات خليطة من النوعين اى مصلية مخاطية كافرازات الغدد اللعابية تحت اللسان، وتحت الفك الاسفل وافرازات الغدة الشفوية. كما وتوجد مجموعة من الغدد الصغيرة في ادمة جلد الخطم للابقار والجاموس تدعى الغدد الانفية الشفوية ذات افرازات مائية تحتوي على انزيم الاميليز وقد يكون ذلك مصدراً لوجوده في لعاب المجترات وظيفتها ترطيب منطقة الخطم.

ان اللعاب سائل لزج عديم اللون قاعدي التفاعل يؤلف الماء حوالي ٩٩٪ من مكوناته اضافة الى ما يحتويه من املاح لاعضوية كالصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، الفوسفور، الكلور، والبيكاربونات، او بروتينات كالزلال والكلوبين واحماض كحامض اليوريك وانزيمات كانزيم اللعابين Ptyalin الهاضم للكربوهيدرات وانزيم الاميلاز Amylase الموجود في لعاب كافة اللبائن عدا المجترات حيث يعتقد أن مصدره هو

افرازات الغدد الانفية الشفوية كما اسلفنا. ويحتوي لعاب المجترات على كمية محدوده من انزيم اللبياز.



١ - الغدة النكفية.
٢ - الغدة تحت الفك الاسفل.
٣ - الغدة تحت الطواحن.
٤ - الغدة اللتحلسانية
٥ - الغدة الشدقية.
٦ - الغدة الشفوية. كم توضح الغدة البلعومية والحنكية

شكل ٥- ٢ الغدد اللعابية المزدوجة الرئيسية في الاغنام

(العطار ١٩٨١)

وظائف اللعاب :

للعاب تأثير فسلجي هام في المشاركة على اتمام عملية هضم المواد الغذائية بصورة افضل. فالى جانب قيامه بترطيب جوف الفم وسهولة حركة اللسان فيه نجده في بعض الحيوانات يساعد على انحلال مكونات الطعام وسهولة تذوقه والمشاركة في ترطيب ومزج الطعام وتكوين وتماسك مكونات اللقمة. ان وجود بعض الأنزيمات في اللعاب كاللعابين او الاميلاز او اللبياز في بعض الحيوانات تجعله ذا فائدة في هضم بعض العناصر الغذائية. وللعاب اهمية في المحافظة على الاس الهايدروجيني للكرش وتخفيف حموضة المعدة من خلال ما يحتويه من املاح لاعضوية. كما وانه يزود بكتريا الكرش بالعناصر الغذائية لما يحتويه من نايتروجين، كلور، فسفور، مغنيسيوم، يوديد، وكالسيوم وله ايضاً خواص

مضادة للرغوة، ويساهم ايضاف في تنظيم درجة حرارة الجسم في بعض الحيوانات كالقطط والكلاب لتبخره ولعدم وجود غدد عرقية بديلة في تلك الحيوانات.

العوامل التي تؤثر في افراز اللعاب :

على الرغم من ان افراز اللعاب مستمر وبدون انقطاع الا انه يزداد عند تعرض الحيوان لبعض المؤثرات كمذاق الطعام الجيد او شم رائحته او سماع تحضيره او التفكير به او النظر اليه. ويزداد ذلك عند استهلاك الغذاء حيث يفرز اللعاب بكميات اكبر خصوصاً اثناء المضغ. وتشارك الطبيعة الفيزيائية للطعام التأثير في كمية افراز اللعاب اذ انه يزداد عند تناول اغذية صلبة عما هو عليه في الاغذية التي تحتوي على نسبة ماء عالية او اغذية سائلة.

تسيطر اعصاب الجهاز العصبي اللاارادي على افراز اللعاب لذا فأن تنبيه الاعصاب اللاودية تنشط افراز اللعاب. ويتم انتقال الاشعار الحسي العصبي عن طريق الياف عصبية خاصة من العصب الوجهي والياف من العصب اللساني البلعومي الذي يغذي الغدد النكفية. ان تحفيز هذه الاعصاب يؤدي الى توسع الاوعية الدموية وزيادة افراز اللعاب. اما تنبيه الاعصاب الودية فيؤدي الى الاقلال من افراز اللعاب ذلك لانها تسبب ضيق الاوعية الدموية المحيطة بالغدد اللعابية.

يتم تماسك وتكوين اللقم بمساعدة اللعاب. ويؤدي غلق الفك وتقلص عضلات الحنك والعضلات الحنكية البلعومية وغلق لسان المزمار الى دفع اللقمة بواسطة حركة نهاية اللسان الى البلعوم ومن ثم بلعها عبر المرئ الى المعدة. ويسيطر مركز البلع في النخاع المستطيل على عملية البلع حيث يتنبه الاحساس الوارد اليه عبر العصب المثلث التوائم الذي ينقل الاحساس الى الدماغ. وتشترك الاعصاب المحركة الثلاث : اللساني- البلعومي، تحت اللساني والعصب المهم في نقل ايعاز الدماغ الى عضلات الفم والبلعوم والمرئ لاتمام عملية بلع اللقمة.

تركيب ووظيفة المعدة :

يتباين تركيب المعدة ووظيفتها بين الحيوانات المختلفة ففي الطيور نجد انها تنقسم الى ثلاثة اجزاء هي : الحوصلة التي تعتبر انتفاخ من المرئ وظيفته الرئيسية خزن وتخمر المواد

الغذائية ، والمعدة الغدية التي تظهر على شكل تضخم صغير في نهاية المرى تفرز حامض الهايدوكلوريك وانزيم البيسين الذي يساعد على هضم البروتينات واهميتها محدودة نسبياً لقصر فترة بقاء الطعام فيها ، والقانصة وهي بيضوية تتصل بالمعدة الغدية من جانب وبالاثني عشر من الجانب الآخر وظيفتها طحن وسحق اجزاء الطعام اما معد الحيوانات الاخرى فنجد انها تكون بسيطة ذات تجويف واحد او تكون مركبة ذات عدة تجاويف كما في المجترات كالاغنام والماعز والابقار والجمال ولاجل توضيح عمل المعدة لابد لنا من التطرق الى تركيبها بصورة اوسع .

المعدة البسيطة Simple Stomach

ان معظم الحيوانات آكلة اللحوم وحيوانات الفصيلة الخيلية والارانب وبعض الحيوانات المختبرية كالجرذان والفئران تمتلك معداً ذات تجويف واحد يدعى جسم المعدة يقع في الجهة اليسرى من التجويف البطني. تتصل المعدة من الامام بالمرئ في المنطقة الفؤادية ومن الخلف بالاثني عشر عند المنطقة البوابية وكلا المنطقتان تحتويان على عضلات عاصرة تسيطر على دخول وخروج الطعام الى المعدة .

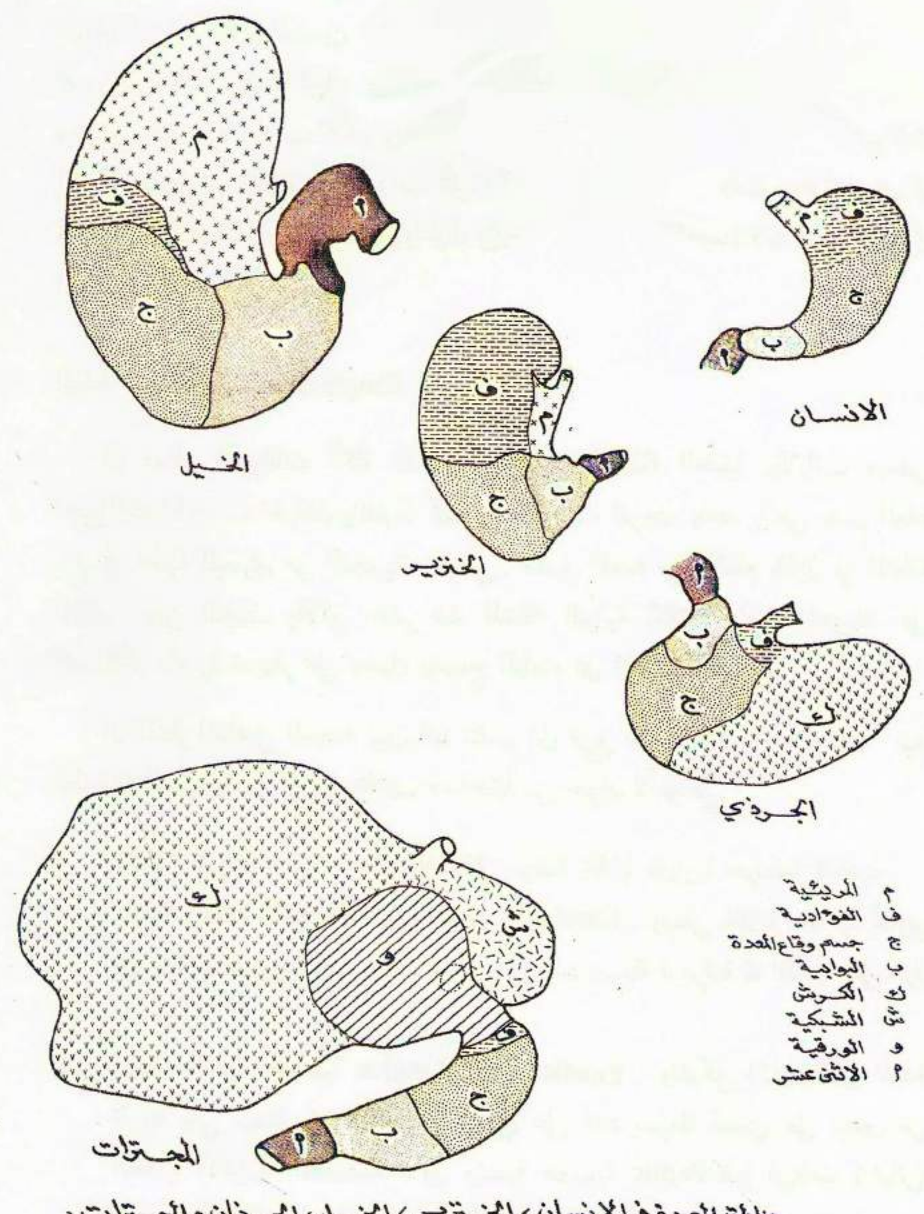
ان المنظر الداخلي للمعدة يبين انها تنقسم الى اربع مناطق (شكل ٥- ٣) تبعاً لطبيعتها النسيجية والافرازية وتختلف مساحتها من حيوان لآخر هي :

١ . **المنطقة المريئية Esophageal regien**: مبطنة بخلايا ظهارية حرشفية لاغدية .

٢ . **المنطقة الغدية الفؤادية Cardiac – gland region** : وتبطن بخلايا مخاطية تحتوي على خلايا ظهارية مكعبة غدية تحتوي على غدد بسيطة اومركبة لها القابلية على افراز المخاطين.

٣ . **المنطقة الغدية الجسمية Fundic – gland region** : وتشكل اكبر مناطق المعدة تقريباً وهي مبطنة بغشاء مخاطي يحتوي على غدد بسيطة تحتوي على نوعين من الخلايا الافرازية المفصصة الاولى رئيسية هضمية Peptic تفرز انزيمات (خمائر) Enzymes والثانية جدارية Parietal تفرز حامض الهايدروليك .

٤ . **المنطقة الغدية البوابية pylanic – gland region** : تحتوي على خلايا غدية تفرز المخاطين كما ويتم افراز هرمون المعدين Gastrin المعدي من هذه المنطقة الذي يساعد على تحفيز افراز حامض الهايدروكلوريك .



شكل ٥ – ٣ مناطق المعدة في الانسان وبعض الحيوانات . (أ) الاثني عشر (ب) البوابية (ج) جسم وقاع المعدة (د) الورقية (ش) الشبكية (ف) الفؤادية (ك) الكرش (م) المريئية .

ان وظيفة المعدة الرئيسية الى جانب خزن الطعام هو هظمه بواسطة الخمائر الموجودة في العصارة المعدية وبمساعدة حركة المعدة.

حركة المعدة البسيطة:

تنشا عادة حركة موجية تقلصية من الثلثين الخلفيين للمعدة وتدعى حركة التحوى (والتمعج) Peristaltic mevement تسري على شكل حلقات دائرية عبر جدار المعدة الى الامعاء الدقيقة وهي مستمرة تختلف سرعتها تبعاً لنوع الحيوان وتبعاً لوجود الطعام او عدمه وهي بطيئة في الحيوان الجائع حيث تبلغ ٢- ٣ دورة في الدقيقة. ان تناول الطعام يؤدي الى ارتخاء عضلات الثلث الاعلى من جسم المعدة لاستقبال الغذاء المتناول. ويتم ذلك بتنبيه من حركة البلع وكذلك بواسطة دخول الطعام الى الجزء العلوي من المعدة، ويدعى ذلك الارتخاء بالارتخاء الاستقبالي Receptive Relaxation اذ يتوسع ذلك الجزء لاحتواء الطعام المتناول مع الاحتفاظ بالضغط الواطئ داخل المعدة يصاحبها زيادة في سرعة حركة التحوي التي تعمل على دفع محتويات المعدة بصورة تدريجية الى الاثني عشر حيث تبلغ ٣- ٦ دورة في الدقيقة. ويكون خروج المواد السائلة اسرع من الصلبة وتستغرق الجزيئات الكبيرة الصلبة وقت اطول في المعدة عما هو عليه للجزيئات الصغيرة. ان تقلصات حركة التحوي تساعد على مزج وتخمر محتويات المعدة بصورة جيدة مع العصارات المعدية وكذلك على سحق جزيئات الطعام الكبيرة.

ويسيطر العصب المبهم على حركة المعدة اذ أن تنبيهه يؤدي الى تنشيطها كما وتتأثر حركة المعدة بالحالة الصحية للحيوان، ونوع الطعام وكمية الماء فيه كذلك بدرجة الحرارة اذ أن أرتفاع درجة الحرارة يثبط من حركة المعدة وكذلك يعمل وجود المسمار في تثبيط حركة المعدة.

العصارة المعدية : Gastric Juice :

يختلف حجم العصارة المعدية من حيوان لآخر. وهي سائل مائي عديم اللون حامضي التفاعل لاحتواءه على حامض الهايدروكلوريك واملاح عضوية وغير عضوية وانزيمات. ان افراز حامض الهايدروكلوريك يساعد على قتل بعض المكروبات التي تدخل الى جوف

الحيوان مع الغذاء اضافة الى انه يساعد على تكوين الاس الهيدروجيني المناسب لعمل البيسين Pepsin في هضم البروتينات اذ أن حامض الهايدروكلوريك يحول البيسنوجين Pepsinogen غير الفعال الى انزيم البيسين الفعال كذلك فانه يشارك في اذابة بعض املاح البوتاسيوم والمغنيسيوم والصوديوم اللاعضوية وتحفيز افراز عصارة البنكرياس وعصارة الصفراء.

ان الأنزيمات الموجودة في عصارة المعدة تشمل البيسين الهاضم للبروتينات والرنين Renin الذي يساعد على تجلط الحليب خصوصاً في الحيوانات الصغيرة لاتاحة الوقت الكافي لهضمه وذلك بتحول الكازين Casein الى مادة متخثرة بوجود الكالسيوم والرنين. وتفرز المعدة انزيم اللبياز المعدي Lipase الذي يعمل على هضم الشحوم الذي يفرز في الحيوانات اكلة اللحوم اكثر مما هو عليه في الحيوانات آكلة النباتات.

ان المعدة تفرز مادة مهمة تدعى العامل الداخلي تتحد في الامعاء الدقيقة مع فيتامين ب ١٢ (B12) لتسهيل امتصاصه من الامعاء الد قيقة الى الدم ثم يذهب الى نخاع العظم اذ يساعد على تكوين كريات الدم الحمراء. ويوجد هرمون المعدين المعدي في العصارة المعدية الذي يحفز الخلايا المخاطية للقناة الهضمية وتحفيز الخلايا الجدارية لافراز حامض الهايدروكلوريك.

السيطرة على افرازات المعدة البسيطة

يسيطر العصب المبهم على حركة القناة الهضمية اذ ان تحفيزه يعمل على تحفيز افراز العصارات المعدية وبالمراحل التالية :

١. الطور الرأسي Cephalic Phase :

يبدأ عند رؤية الطعام او شم رائحته او التفكير به او سماع اصوات تحضيره او اعداده او عند اقتراب موعد وجبة الطعام. حيث تبدأ افرازات الغدد المعدية وتزداد عند تناول الطعام. ويتم تحفيز الافرازات عبر انعكاسى عصبي يبدأ بالمستقبلات الموجودة في مناطق متعددة تتعلق بالاحساس بالطعام وينتقل الحافز عبر الالياف العصبية الحسية الى مراكز

عصبية في الدماغ تعمل على تحفيز العصب المبهم الذي يقوم بدوره في زيادة افراز العصارات المعدية.

٢. الطور المعدي Gastric Phase :

يبدأ عند دخول الطعام الى المعدة الذي يحفز افراز هرمون المعدين المعدي اذ يفرز وينتقل بواسطة الدم الى الكبد ثم الى جهاز الدوران والمعدة ثانية ويحفزها لافراز حامض الهايدروكلوريك.

٣. الطور المعوي Intestinal Phase :

يبدأ فور خروج الطعام من المعدة الى الاثني عشر وتنبيه افراز هرمون المعدين المعوي Intestinal gastrin الذي يفرز من الغشاء المخاطي المبطن للامعاء الدقيقة ويقوم بزيادة حامض الهايدروكلوريك في المعدة.

المعدة المركبة :

تركيب ذو عدة تجاويف (شكل ٥–٣) يوجد في معظم الحيوانات المجترة كالاغنام والماعز والجاموس والابقار وتنقسم الى اربعة تجاويف وهي الكرش Rumen الشبكية Reticulum، الورقية Omasum، والمعدة الحقيقية Abomasum وتدعى الاجزاء الثلاث الاولى احياناً المعدة الامامية تكون وظيفتها الرئيسية خزن وتخمر وهضم بعض المواد الغذائية السليلوزية والكاربوهيدراتية وبعض البروتينات بواسطة الاحياء الموجودة فيها. اما عمل المعدة الحقيقية فيشابه عمل المعدة البسيطة في الحيوانات الاخرى حيث يتم فيها الهضم الانزيمي للمواد.

ان حجم المعدة المركبة يختلف تبعاً لفصيلة الحيوان اذ نجدها اكبر في الجاموس والابقار عنها في الاغنام. ويشكل الكرش حوالي ٨٠٪ من حجمها (جدول ٥–١)

سعات	الابقار	الاغنام
الكرش والشبكية	٨١–٨٧٪	٨٨–٩٢٪
الورقية	١٠–١٤٪	٢٪
المعدة الحقيقية	٣–٥٪	٥–١٠٪

جدول (٥ – ١) سعة الاجزاء المختلفة من معدة الابقار مقارنة بالاام

يقع الكرش في الجهة اليسرى من التجويف البطني ويتكون من كيس ظهري وكيس بطني تحدهما طيات من احزمة عضلية سميكة تساعد على دوران المواد المهضومة ويتصل الكرش بالشبكية التي تدعى احياناً القلنسوة وتفصلها طية الكرش الشبكية.

ويتم انتقال المواد المتناولة بحرية بين الكرش والشبكية ويشتركان كلاهما في معظم الفعاليات المكروبية والتخمر والخزن. ويمتد اخدود يتكون من طيتان يدعى الاخدود المريئي Esophageal groove من المنطقة الفؤادية الى الورقية.

ان انسداد طيتي الاخدود يكون تركيباً شبه انبوبي يساعد على توجه المواد المتناولة وخصوصاً الحليب في الحيوانات الرضع من المرىء الى الورقية ومن ثم الى المعدة الحقيقية دون المرور بالكرش والشبكية ليتسنى هضمه في المعدة الحقيقية بصورة سريعة.

يبطن الكرش والشبكية بخلايا ظهارية طباقية حرشفية متقرنة غير غدية ولاتفرز مخاط ويتم نمو وتطور الشبكية والكرش السريع بعد تناول الاغذية الصلبة اما نضج الحليمات الموجودة على بطانة الكرش والشبكية فيعود الى وجود المواد القابلة للتخمر التي تنتج الحوامض الدهنية الطيارة والامونيا.

وينتج من عملية الهضم الحاصل في الكرش مجموعة غازات كالميثان والنتروجين وثاني اوكسيد الكاربون ويتم التخلص منها بواسطة عملية تدعى التجشوء يحفز بوجود الغازات في الكرش والشبكية. كما ويتم التخلص من الغازات ايضاً عن طريق امتصاصها عبر الشعيرات الدموية الموجودة في جدار الكرش لتطرح عن طريق الجهاز التنفسي.

ان زيادة الغازات في الكرش وعدم التخلص منها يؤدي الى حدوث النفاخ Bloat وهي حالة خطرة على حياة الحيوان.

يتميز السطح الداخلي للشبكية الذي يشبه قرص النحل او الشبكة ، اما الورقية فتحتوي على صفائح ورقية باحجام واعداد مختلفة تشكل حوالي ثلث المساحة السطحية الكلية للمعدة الامامية في الابقار. وتحتوي على حوالي ١٥٢ ورقة في ابقار الجرسي مثلاً . وهي تساعد على اتمام طحن المواد الغذائية ا لصلبة وتحويلها الى اجزاء صغيرة .

ان المعدة الحقيقية هي الجزء الاخير من المعدة المركبة اذ تتصل بالورقية من جانب وبالاثني عشر من الجانب الآخر وتدعى المنفحة احيانا وهي مبطنة بغشاء مخاطي ذو خلايا عمودية وانسجة غد ية افرازية . يحتوي الجدار الداخلي للمعدة على طيات حلزونية الشكل يبلغ عددها في الابقار حوالي اثني عشر تعمل على زيادة المساحة السطحية للمنفحة وزيادة قابليتها الافرازية . ان عمل المنفحة يشابه الى حد كبير عمل المعدة البسيطة من حيث القابلية الافرازية والهضم والسيطرة العصبية .

معد المجترات الكاذبة :

توجد في بعض الحيوانات كالجمال وحيدة السنام واللاما والالبكة معد مركبة تحتوي على ثلاث تجاويف هي الكرش الذي يشكل ٨٣٪ من الحجم الكلي للمعدة والشبكية التي تكون صغيرة الحجم وتحتوي على خلايا غدية . اما الجزء الثالث فيمثل المعدة الحقيقية وهي مبطنة بغشاء مخاطي يحتوي على طيات طويلة . تعمل هذه الاجزاء الثلاث بصورة مشابهة لعمل معد المجترات الاخرى .

الاحياء المجهرية في الكرش :

يحتوي الكرش على عدد كبير من البكتريا والاوالي (الابتدائيات) التي تقوم بهضم بعض المواد الغذائية المتناولة من قبل الحيوانات المجترة . وقد صنفت هذه الاحياء المجهرية على اساس المواد التي تستفيد منها كمصدر رئيسي للطاقة وكذلك على اساس المنتجات النهائية التي تنتجها . ويوجد في الكرش حوالي ٣٣ نوع من الأحياء المجهرية التي يقدر عددها بحدود ١٦,٢ – ٤٠,٨ / مللتر ويعتمد ذلك على نوع الغذاء والحالة الصحية للحيوان اضافة الى الموقع الجغرافي الذي يرعى فيه الحيوان والمناخ ويمكن اجمالها بالانواع التالية :

١. البكتريا الهاضمة للسليلوز:

توجد ايضاً في القناة الهضمية لبعض الحيوانات ولديها القدرة على انتاج انزيمات السليليز التي تتمكن من تحليل السليلوز وكذلك السليلوبايوز (سكر ثنائي يحتوي على كلوكوز) وتشمل خمسة سلالات منها Clostridium cellulosolvens و Clos-tridium Lochheadii.

٢. البكتريا الهاضمة لانصاف السليلوز:

تحتوي انصاف السليلوز على سكريات خماسية وسداسية اضافة الى حامض اليورونيك وهي مهمة ايضاً. وتتمكن البكتريا الهاضمة للسليلوز من هضمها اضافة الى بعض الاحياء الاخرى وهي تشمل ثلاث سلاسلات منها :

Lachnopira Multiparus, Bacteroides Rumincola

٣. البكتريا الهاضمة للنشأ :

يوجد عدد من الاحياء المجهرية لها القابلية على هضم النشأ وبعضها احياناً يهضم السليلوز وهي تشمل ثلاث سلالات مثل :

Bacteroides Amylohilus, Bacteroides Ruminicola, Streptococcus Bovis.

٤. البكتريا التي تستفيد من السكريات :

وتشمل بعض المكروبات التي تستفيد من السكريات المتعددة الموجودة في النباتات او الناتجة من تحلل السليلوز او اللاكتوز في الكرش.

٥. البكتريا التي تستفيد من الحوامض :

توجد باعداد قليلة في الكرش ولها القدرة على الاستفادة من بعض الاحماض كحامض اللاكتيك او السكنيك او الفورميك او الخليك كمصدر للطاقة وتشمل ست سلالات منها:

Prop[illegible] Selnomonas Lactilytica.

٦. البكتريا الهاضمة للبروتين :

هناك عدد من الجراثيم تستفيد من الحوامض الامينية كمصدر رئيسي للطاقة لها القابلية على هضم البروتينات وهي تشمل ثلاث سلالات منها :

Bacillus licheniformis, Bacteriodes Amylophilus.

٧. البكتريا المنتجة للامونيا :

وتشمل بعض الجراثيم التي تنتج الامونيا من جراء هضمها لبعض المواد الغذائية : كما وتنتج الامونيا عادة من التفاعلات التي تحدث في الكرش وتشمل ثلاث سلالات مثل :

Bacteroides Ruminicola, Selenomonas Ruminantium

٨. البكتريا المنتجة للميثان :

يشكل الميثان حوالي ٢٥٪ من الغازات الموجودة في الكرش وقد تم تشخيص بعض المكونات المنتجة له مثل :

Methanobacterium Ruminantium

Methanobacterium Formicicum

٩. البكتريا الهاضمة للدهون :

وتدعى احياناً البكتريا الهاضمة للبيدات وتستطيع الاستفادة من الكليسيول وهدرجة بعض الاحماض الشحمية غير المشبعة ذات السلاسل الطويلة مثل :

Anaerovibrio Lipolytica

١٠. الاحياء المخلقة للفيتامينات :

لم تجرى دراسة مكثة حولسلالاتهذا النوع الا انه توجد بعض الاحياء المجهرية التي لها القدرة على تخليق بعض الفيتامينات وخصوصاً فيتامين ب المعقد.

كما وتوجد في الكرش احياء مجهرية مهدبة تدعى الهدبيات وهي اكبر من البكتريا وتشمل رتبتين : رتبة كاملة الشعر تستطيع تمثيل الكلوكوز والفركتوز والانيولين وحبيبات

النشأ الصغيرة والبكتينات وتنتج بالمقابل حامض البيوترك، الخليك، البروبيونيك، واللاكتيك. اما رتبة قليلة الشعر فأنها تلتهم حبيبات النشأ وبعض الياف النباتات. وتوجد الهدبيات بتركيز ٢٠٠,٠٠٠ –٢ مليون/ مللتر.

حركة المعدة المركبة :

تكون المعدة في حركة منتظمة متتابعة لتساعد على خلط المواد العلفية المستهلكة من قبل الحيوان وكذلك على التخلص من الغازات الناتجة عن عملية التخمر وفي اعادة مضع الطعام اثناء عملية الاجترار وفي دفع الطعام الى الورقية ومن ثم الى المعدة الحقيقية. وتتزامن حركة الكرش والشبكية بالرغم من ان الموجات التقلصية التي تحدث مرتان في الدقيقة قبل تناول الطعام وثلاث مرات اثناءه وخصوصاً عندما يكون الكرش ممتليء تبدأ من جدار الشبكية وقد لوحظ نوعان من التقلصات في معد المجترات هما :

١. التقلصات الرئيسية :

هي عبارة عن تقلصات اساسية متتالية تنشأ من جدار الشبكية بعد فترة الراحة وتكون على شكل تقلص اولي شديد يصاحبه اختزال في حجم الشبكية الى النصف

مما يساعد على دفع محتويات الشبكية الى الكرش وتقلص شديد في طية الكرش. يعقب ذلك تقلص آخر اكثر شدة تنتقل فيه موجات تقلص شديدة من جدار الشبكية الى جدار الكرش مما يؤدي الى دفع محتويات اخرى من الشبكية الى الكيس الظهري للكرش، الأمر الذي يجعله يندفع الى الامام وبذلك يضغط على الحجاب الحاجز.

ان موجة التقلص تحدث بصورة تدريجية تتبعها موجة استرخاء ويتم خلالها جريان المواد المهضومة من الشبكية الى الكرش حيث تندفع امام الموجة التقلصية الى اجزاء الكرش التي تكون في حالة استرخاء. ويتم انتقال المواد داخل الكرش من جزء الى آخر تدريجياً تبعاً لتقلص وارتخاء تلك الاجزاء. ويستغرق تتابع تلك الاحداث حوالي ٣٠–٥٠ ثانية يتم خلالها دوران المواد المهضومة بين الشبكية والكرش.

٢ . التقلصات الثانوية :

وهي تقلصات دائرية تحدث بعد التقلص الرئيسي في بعض اجزاء الكرش او جميعه او قد لاتحدث وتستغرق ٣٠ ثانية وهي تلعب دوراً رئيسياً في تجشوء غازات الكرش .

ان زيادة استهلاك المواد العلفية تؤدي الى زيادة معدل حركة الكرش فقد لوحظ ان حركة الكرش في الماشية اثناء الراحة حوالي ٦٠ دورة / ساعة تزداد اثناء تناول العلف الى حوالي ١٢٠ دورة / ساعة وكذلك الامر بالنسبة للاغنام والابل حيث تزداد موجات التقلص اثناء استهلاك الغذاء .

وتنتقل الموجات التقلصية من الشبكية والكرش الى الورقية حيث تتحرك بالتناسق معها ولكن بصورة ابطأ . عندها تندفع المواد من الورقية الى المعدة الحقيقية التي تكون حركتها مشابهة لتلك التي تحدث في المعدة البسيطة التي مر ذكرها .

ان حركة المعدة في المجترات تقع تحت سيطرة الجهاز العصبي الاارادي حيث أن تنبيه العصب المبهم يؤدي الى تنشيطها . كما وتنشط ايضاً بعد تناول الطعام . وتتأثر حركة المعدة تبعاً للحالة الصحية للحيوان وخصوصاً حالة جهاز الهضم .

الاجترار :

هو اعادة بعض محتويات الكرش والشبكية المتناولة في اوقات سابقة ، وغير الممضوغة بصورة جيدة ، الى الفم لغرض اعادة مزجها باللعاب ومضغها بصورة جيدة ثم ابتلاعها وتحدث في الحيوانات المجترة فقط . ويحفز الاجترار بوجود مواد خشنة غير مطحونة في الشبكية والكرش . ويتم بمساعدة تقلص اولي للشبكية يسبق تقلصها الرئيسي بوقت قصير (عدة ثوان) ويتزامن ذلك مع تقلص الحجاب الحاجز مما يؤدي الى حدوث ضغط سالب في التجويف الصدري وبمساعدة عضلات المرىء المخططة التي تتقلص بصورة سريعة (١٠٧-١١٢ سم / ثانية) في العجول و ٤٢-٤٥ سم / ثانية في الاغنام) لنقل المواد المستهلكة في نهاية المرىء البعيدة الى الفم . وتتم اعادة مضغ المواد اثناء الاجترار وخلطها بصورة جيدة باللعاب ومن ثم ابتلاعها عندها تكون سرعة اللقمة اقل مما هي عليه اثناء اعادتها الى الفم بسبب حركة تقلص المرىء التي تكون اقل اثناء البلع الطبيعي (٢٥ سم /

ثانية في الاغنام) وقد يستهلك الحيوان ثلث وقته في الأجترار اذ تعتمد هذه الفترة على طبيعة المواد العلفية المستهلكة.

ويختلف الاجترار عن التقيوء كون الاخير يعتبر عملية دفاعية تحدث في جهاز الهضم نتيجة لمواجهته ظروفاً غير طبيعية يتم اثناءها خروج كميات كبيرة من محتويات المعدة او الشبكية الى خارج جهاز الهضم وتشترك عضلات البطن في ذلك اذ تتقلص بصورة شديدة.

خروج المواد المهضومة من الكرش:

ان جريان المواد المهضومة من الكرش والشبكية يعتمد بالدرجة الاساس على حركتها الناشئة بسبب التقلصات الرئيسية التي تحدث فيها. ويعتمد ذلك ايضاً على كمية السوائل الموجودة في الشبكية والكرش وخصوصاً الماء المتناول من قبل الحيوان والسوائل الاخرى المضافة المفرزة من قبل الغدد اللعابية او الماء المفرز من الغدد الهضمية. كما ويتأثر جريان المادة المهضومة على حجم المادة الصلبة المستهلكة ونوعها وطبيعتها الفيزياوية (كالثقل النوعي) التي تعتبر من اهم العوامل التي تتحكم في سرعة مغادرة العلف الكرش. هذا بالاضافة الى مستوى استهلاك الغذاء وعدد مرات التغذية وسرعة الهضم. ان العلف الذي يكون اكثر مقاومة للهضم كالتبن مثلاً يستغرق وقتاً اطول في الكرش حيث وجد انه يلفظ في البراز بعد فترة طويلة جداً تصل احياناً عشرة ايام بعد استهلاكه. على عكس البقوليات اذ انها تحتجز لفترة اقل في الكرش مما هو عليه في الحشائش. ان زمن تفريغ الكرش للمواد العلفية المختلفة المستهلكة من قبل الحيوان قد يصل الى ١،٣ — ٣،٧ يوم.

ويعتمد احتجاز العلف في الكرش اضافة الى ماورد اعلاه على فترة مضغ الطعام فتكون اكثر في الاغنام عما هي عليه في الابقار وعلى سرعة تمثيلها وهي اسرع في الاغنام مقارنة بالماشية. وتسرى المواد المهضومة من الكرش الى الورقية التي تحتجز بدورها المواد الصلبة غير المهضومة ومن ثم تنتقل المواد الى المعدة الحقيقية تبعاً لتقلصات الشبكية وكذلك تبعاً لحجم المواد الغذائية الداخلة للورقية وقد لوحظ ان دخول المواد الغذائية الى المعدة الحقيقية يكون بصورة منتظمة وبفترات تتزامن مع تقلصات الشبكية.

العوامل المؤثرة على هضم المواد الغذائية :

يتأثر هضم المواد الغذائية في المجترات بعدد من المتغيرات نوجزها بما يلي :

١ . مستوى التغذية :

ان زيادة استهلاك المواد العلفية يؤدي عادة الى تقليل هضم المواد الغذائية بسبب مرورها السريع في القناة الهضمية مما يقلل الوقت المتاح للاحياء المجهرية الموجودة في الكرش وللعصارات الهاضمة في تخمر وهضم تلك المواد.

٢ . كمية الالياف الموجودة في العلف :

كما هو معروف فان زيادة نسبة الالياف في المواد العلفية يؤدي الى خفض هضمها ويعود ذلك الى وجود اللجنين Lignin الذي يرتبط بوجود الالياف بالعلف مما يعمل كواقية فيزيائية وكيميائية تمنع تأثير انزيم السليليز المكروبي على الالياف.

٣. نوع الحيوان :

لقد لوحظ ان قابلية الحيوان على هضم المواد الغذائية تختلف من نوع الى آخر. فعلى سبيل المثال نجد ان الابقار لها القابلية على هضم الاعشاب افضل مما في الاغنام. بينما نجد ان الاغنام تهضم المواد العلفية المركزة افضل من الماشية.

٤ . الاختلافات التي تعود الى نقص العناصر الغذائية :

لقد اشارت بعض الدراسات الى ان النقص الجزئي او الكلي لبعض العناصر الغذائية التي تدخل في تكوين العلائق لها علاقة بانخفاض نسبة هضم تلك العلائق. لذا فان نقص نسبة البروتين يؤدي الى انخفاض معنوي في هضم الطاقة وكذلك انخفاض استهلاك الغذاء. ويعزى ذلك الى انخفاض فعالية الاحياء المجهرية الموجودة في الكرش والامعاء او قد ينخفض مستوى الهضم في الكرش نتيجة لنقص بعض العناصر اللاعضوية كالفسفور، الكبريت ، المغنسيوم ، الحديد ، الكوبلت ، الخارصين ، والمنغنيز، وقد

يحدث انخفاض في نسبة هضم المواد الغذائية نتيجة اصابة الجهاز الهضمي او جزء منه ببعض الامراض كالاسهال ، مثلاً .

٥ . العوامل التي تؤثر على الشهية :

ان عدم رغبة الحيوان في تناول غذائه يؤثر على شهيته مما يؤثر سلباً على افراز غدده اللعابية وافراز العصارات الهاضمة في جهاز الهضم مما يؤدي الى انخفاض نسبة المواد المهضومة ، ان اي من العوامل التي تؤثر على شهية الحيوان او على استهلاك الغذاء فيزياوية كانت اوكيمياوية تؤثر ايضاً على هضم الغذاء . على العكس فأن تناول الطعام بشهية يؤدي الى زيادة افراز الغدد اللعابية والانزيمية الملحقة بجهاز الهضم التي تساعد على ترطيب وخلط وهضم الغذاء بصورة جيدة .

٦ . طرق تحضير العلف :

لقد اشارت بعض الدراسات الخاصة بتحضير العلف الى ان هضم الحبوب مثلاً يكون افضل واسرع في حالة طحنها الا أن ذلك لاينطبق على بعض المواد العلفية الاخرى كالاعشاب حيت ان تقطيعها يجعلها تمر بسهولة من خلال جهاز الهضم ؛ الامر الذي يؤدي الى انخفاض نسبة هضمها فقد لوحظ ان التسخين البسيط لبعض البروتينات يساعد على رفع نسبة هضمها ونفس الشيء يحدث للكاربوهيدرات اذ انها تهضم بصورة افضل عند طبخها .

٧ . التأثير المترابط للمواد العلفية :

على الرغم من قلة الدراسات الجارية بهذا الخصوص الا انه يعتقد ان خلط بعض المواد العلفية مع بعضها يؤدي الى زيادة نسبة الهضم اذ انها تحتجز في الكرش لمدة اطول مما يسهل في زيادة هضمها . ومثال على ذلك عند تغذية مكعبات الجت مع سايلج الذرة يؤدي ذلك الى احتجاز مكعبات الجت لفترة الامر الذي يرفع من نسبة هضمها .

٨. التأقلم الى التغيرات في العليقة :

ان التغيرات في العليقة المقدمة للمجترات تؤدي الى اختلاف في البيئة الداخلية للكرش مما يؤدي الى تأثير مجاميع الاحياء المجهرية الموجودة فيه التي لها القابلية على هضم الغذاء. ان هذا الاختلاف يؤدي الى انخفاض نسبة الهضم. اذ ان تاقلم الاحياء المجهرية للاختلافات التي قد تحدث في العليقة قد يستغرق بعض الوقت. ويعتمد ذلك على مدى التغير الحاصل في العليقة وقد تحتاج الى فترة اسبوعين او اكثر لغرض التأقلم على تلك التغيرات.

٩. الحالة الصحية للحيوان :

من البديهي ان كافة الفعاليات الفسيولوجية التي تحدث في جسم الكائن الحي تتأثر بصورة مباشرة عند اصابة الحيوان بعارض مرضي ويعتبر هضم المواد الغذائية من الفعاليات الفسيولوجية المهمة التي يؤديها جهاز الهضم لذا فانه يتأثر عند اصابة الحيوان بالامراض خصوصاً تلك التي تصيب جهاز الهضم كالسالمونيلية، الاسهال الابيض، الحمى المعوية والانتروتوكسيميا مما يؤدي الى خفض مستوى هضم المواد المستهلكة.

الامعاء الدقيقة :

تتالف الامعاء الدقيقة من ثلاثة اجزاء تلي المعدة يتصل جزءها الاول بها والذي يدعى الاثني عشر Duodenum ثم يليه الصائم Jejunum فاللفائفي Ileum. وتستقبل الامعاء الد قيقة الطعام المهضوم في المعدة المسمى الكيموس Chyme على دفعات تحت تأثير انعكاس عصبي هرموني على المعدة والامعاء. وتعتمد سرعة دخول الكيموس الى الامعاء على عدة عوامل منها تركيب الطعام، قوامه، كميته، والحالة الصحية للحيوان. ان وظيفة الامعاء الدقيقة تتلخص في اتمام عملية هضم الطعام ومزجه بصورة جيدة بالعصارات المعوية والعصارات البنكرياسية وعصارات الصفراء ويتم ذلك بواسطة حركة الامعاء ثم امتصاص المواد الغذائية عن طريق الزغابات المنتشرة في الغشاء المبطن للامعاء.

حركة الامعاء الدقيقة :

لقد اثبتت الدراسات الجارية على حركة الامعاء الدقيقة وجود ثلاث انواع من التقلصات التموجية التي تختلف في سرعة حركتها ، بالاضافة الى حركة الزغابات التي تنتشر بكثافة على الجدار المبطن للامعاء

١ . حركة التحوي (المتعج) **Peristaltic Movement**

هي حركة تقلصية موجية بطيئة (١ -٣ سم/ دقيقة) تسرى على طول الامعاء الدقيقة وتنشط بدخول الكيموس الى الاثني عشر اذ تعمل على دفع محتويات الامعاء الدقيقة الى الغليظة. وهي تنشأ نتيجة لتقلص العضلات الدائرية الموجودة في جدار الامعاء وتقع تحت التأثير المنظم للعصب المبهم.

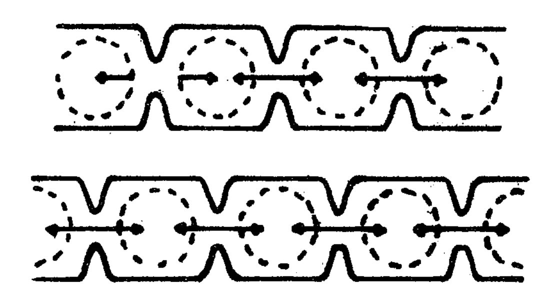
٢ . حركة التقطيع **Segmentation Movement**

وهي تقلصات عضلية المنشأ في جدار الأمعاء. اذ تظهر الامعاء اثناء هذه الحركة مقسمة الى قطع ، تقلص واتساع ، متناوبة لاتلبث بعد بضع ثوان ان تنعكس اذ تتسع القطعة المتقلصة وتتقلص القطعة المتسعة (شكل ٥-٤) ان ظاهرة التقلص التي تحدث في عدة قطع مختلفة من الامعاء في آن واحد تؤدي الى حركة محتويات الامعاء في اتجاهات مختلفة وبالتالي تمتزج بصورة جيدة.

وتتناول هذه الظاهرة مما تساعد على مزج الكيموس بصورة جيدة مع العصارات الهاضمة للامعاء والبنكرياس والصفراء كما وتؤمن تماس اكثر للكيموس مع جدار الامعاء مما يسهل من امتصاص المواد الغذائية المهضومة ونشاط الدورة الدموية واللمف المرتبطة بالامعاء.

٣ . الحركة البندولية**Pendullar Movement** :

وهي حركة موضعية للالياف العضلية الموجودة في جدار الامعاء حيث تتسع القناة المعوية على شكل مستطيل وتقصر ثم تعود الى حالتها الطبيعية بعد برهة. وتتناوب هذه



شكل (٥ — ٤) حركة التقطيع في الامعاء ان ظاهرة التقلص التي تحدث في عدة قطع مختلفة في الامعاء في آن واحد تؤدي الى حركة محتويات الامعاء في اتجاهات مختلفة وبالتالي يمتزج بصورة جيدة. Lamb etal (1980)

الحركة مما يساعد ذلك على مزج الكيموس بصورة جيدة مع العصارات الهاضمة الموجودة في تجويف الامعاء وفي اتاحة فرصة جيدة للامتصاص.

افرازات الامعاء الدقيقة :

توجد في الغشاء الطلائي المبطن للامعاء الدقيقة غدد افرازية بسيطة تدعى الغدد المعوية Intestinal glands وهي انبوبية التركيب تفتح بين الزغابات المنتشرة في الغشاء المبطن للامعاء وتفرغ افرازاتها في تجويف الامعاء. ان الافرازات المعوية تتكون من سائل مائي قاعدي التفاعل لمعادلة حامضية الكيموس ويحتوي على المخاطين وعلى بعض الانزيمات التي تساعد في هضم المواد الغذائية كالسكريز، الببتايديز، الانتروكاينيز، واللاكتيز كما وتوجد غدد افرازية مشابهة في الاثني عشر الا انها غدد مركبة ومتفرعة تفتح نهايتها بين الزغابات المنتشرة في جوف الاثني عشر.

يسيطر العصب المبهم على حركة وافرازات العصارات المعوية. اذ ان تنبيهه يؤدي الى تنشيط حركة الامعاء وزيادة افرازاتها. وبالمقابل فان تنشيط الاعصاب الودية يؤدي الى تثبيط حركة الامعاء وانخفاض افرازاتها.

البنكرياس Pancreas :

تركيب غدي طويل الشكل يتكون من عدد من الفصوص. غير المنتظمة متصلة فيما بينها بنسيج رابط تضطجع على المساريق الذي يربط الاثني عشر.

تنشأ من فصيصات البنكرياس قنوات تدعى قنواة بين فصية تشكل فيما بينها شبكة من الاقنية تنتهي بتكوين قناة رئيسية بنكرياسية تفتح مع او الى جانب قناة الصفراء في تجويف الاثني عشر. وتتخلل فصيصات البنكرياس مجاميع من خلايا عنقودية تدعى جزر لانكرهان Islets of Langerhans . ويعتبر البنكرياس غدة مركبة كونه يفرز نوعين من الافرازات الاولى افرازات صمية .تفرز هرمونان مهمان هما الكلوكاكون والانسولين اللذان يفرزان من خلايا جزر لانكرهان مباشرة الى الدم. اما الثاني فان البنكرياس يعمل كغدة خارجية الافراز والمتمثل في افراز عصارة البنكرياس التي تصب عبر القناة البنكرياسية الرئيسية في الاثني عشر. وتتكون عصارات البنكرياس من سائل رائق عديم اللون او مائل الى الصفرة ، قاعدي التفاعل لاحتوائه على كميات كبيرة من بيكربونات الصوديوم وايونات عديدة مثل كاربونات الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الكلوريد والكبريتات . اضافة الى الزلال Albumin والغلوبلين Globulin كما وتحتوي عصارة البنكرياس على انزيمات مهمة في عملية الهضم وتكون فعالة عند افرازها الا أنها تنشط وتصبح فعالة عند دخولها الامعاء وتشمل هذه الانزيمات انزيم التربسنوجين Tripsinogen الذي يتحول بواسطة انزيم الانتروكاينيز Enterokinase المفرزمن قبل بطانة الامعاء الى انزيم التربسين Trypsin الفعال ، انزيم الكيموتربسنوجين Chemotry psinogen الذي يتحول بفعل انزيم التربسين في جوف الامعاء الى انزيم فعال . يدعى كيموتربسين ، انزيم البروكاربوكسي ببتيديز Procarboxy Peptidase الذي يتحول الى انزيم كاربوكسي ببتيديز بفعل انزيم التربسين ، وانزيم النيوكلييز Nucleases .

تقوم الانزيمات السالفة الذكر بهضم البروتينات وتحويلها الى حوامض امينية تمتص من قبل بطانة الامعاء. وتحتوي عصارات البنكرياس ايضاً على انزيمات اخرى كاللبباز Lipase التي تهضم الشحوم وتحولها الى احماض شحمية وكليسيرول ليسهل امتصاصها من قبل الامعاء. وتزداد فعالية ذلك الانزيم بوجود املاح الصفراء.كما ويوجد انزيم المالتيز Maltase الذي يحول الكربوهيدرات الى سكريات بسيطة احادية تمتص من قبل الامعاء وانزيم الايستريز Esterase الهاضم لاسترات الكوليستيرول ..

تنظيم افرازات العصارة البنكرياسية :

يوجد نوعين من السيطرة على افرازات البنكرياس هما السيطرة العصبية اذ ان مجرد التفكير او الاحساس اومشاهدة اوتذوق الطعام تحفز افرازات عصارة البنكرياس عبر انعكاس عصبي يلعب العصب المبهم فيه دوراً رئيسياً حيث ان تنبيهه يؤدي الى زيادة افراز عصارة البنكرياس كذلك يعمل دخول الطعام الى المعدة. اما السيطرة الاخرى فانها هرمونية وهي اكثر اهمية من السيطرة العصبية. وتشمل هرمونات السكرتين (الافرازين) Secrtin والبنكريوزايمين Pencreozymin والكول سيستوكنين Cholesystokinin (CCK). ويتم تحفيز هذه الهرمونات اثناء تناول الطعام وتزداد عند دخول الكيموس الى الامعاء اذ انها تفرز من بطانة الاثني عشر والصائم. ان هرمون السكرتين يحفز بطانة البنكرياس وخصوصاً الخلايا الظهارية (الطلائية) المبطنة للقناة البنكرياسية لافراز سائل مائي رائق غني بالبيكاربونات اما هرمون البنكريوزايمين فأنه يحفز الخلايا المبطنة لفصيصات البنكرياس لافراز الانزيمات. كما ويشارك هرمون الكول سيستوكنين التأثير في تنشيط افراز انزيم الانتركاينيز الذي يحول انزيم التربسنوجين الغير الفعال الى انزيم التربسين الفعال. اضافة الى ان له تأثير في تحفيز خلايا فصيصات البنكرياس لافراز سائل غني بالانزيمات.

الكبد The Liver

يقع الكبد مباشرة خلف الحجاب الحاجز ويتكون من عدة فصوص، يختلف حجمها تبعاً لنوع الحيوان وحجمه. ان الكبد من الاعضاء المهمة كونه ينجز عدة وظائف مثل أيض وخزن المواد الكاربوهيدراتية والدهنية والبروتينية وخزن بعض الفيتامينات كفيتامين (A)، وفيتامين ب١٢ (B_{12})، اضافة الى انه يعتبر المصدر الرئيسي في تكوين بروتينات بلازما الدم كالزلال، الكلوبيولين، الفبرنوجين والبروثرومبين ويلعب الكبد دوراً مهماً في تكوين الكريات الدموية الحمراء اثناء الادوار الجنينية. ويعتبر الكبد الموقع الرئيسي لتحطم كريات الدم الحمراء عند بلوغها مرحلة معينة من العمر. ويصاحب تكسر الكريات الحمراء تكوين البلروبين Bilirubin الصفراء التي تطرح عن طريق الكبد مع بعض المواد الضارة في عصارة الصفراء الى الاثني عشر ومن ثم الى خارج الجسم.

الصفراء The Bile

وهي افرازات تنشا من خلايا الكبد تتكون من سائل رائق لزج قاعدي التفاعل اخضر اللون مائل الى الصفرة مر المذاق يحتوي على نسبة عالية من الماء اضافة الى مركبات عديدة كأملاح الصفراء ، واصباغ الصفراء البلروبين والبلفروين ، الكوليستيرول ، الليسيثين ، الدهون ، اليوريا ، وبعض الاملاح اللاعضوية كاملاح الصوديوم والبوتاسيوم وتتجمع الصفراء في كيس يلتصق بالكبد يدعى كيس الصفراء او المرارة الذي تنشأ منه قناة تلتقي مع قناة اخرى قادمة من الكبد لتشكلا قناة واحدة تدعى قناة الصفراء. وتتحد قناة الصفراء مع قناة البنكرياس الرئيسية قبل أن تفتح في الاثني عشر.

تكمن اهمية الصفراء وعلاقاتها بالهضم لوجود املاح الصفراء خصوصاً املاح الصوديوم والبوتاسيوم لبعض حوامض الصفراء المتحدة بالكلايسين او التورين كحامض الكوليك Cholic acid وحامض الكوليك الثنائي Deoxy Cholic acid . أن املاح الصفراء تتحد مع الدهون المكونة املاح معقدة ذائبة بالماء Miceles تساعد في تسهيل امتصاص الدهون بواسطة تقليل الشد السطحي لكريات الدهون الكبيرة وتجزئتها الى كريات اصغر. ان تجزأة الدهون الى كريات صغيرة يجعلها عرضه ، بصورة اوسع ، لتأثير انزيم اللبياز الهاضم للدهون . كما وأن وجود املاح الصفراء في الامعاء يؤدي الى تنشيط افراز انزيم اللبياز المعوي وتنشيط افراز عصارة الصفراء من الكبد . وتفرز الصفراء بصورة مستمرة من الكبد الا ان ذلك يزداد عند تناول الطعام خصوصاً عند دخوله الى الاثني عشر. ويسيطر العصب المبهم على افرازات الصفراء فتنبيهه يؤدي الى تحفيزها كما ويشارك هرمون السكرتين هرمون السيستوكنين- بنكريوزايمين في تقلص المرارة وتحفيز افراز الصفراء .

هضم المواد الغذائية وامتصاصها :

عندما يتم هضم المواد الغذائية ميكانيكياً من قبل المعدة وتجزئته الى مركبات بسيطة من قبل العصارات الهاضمة والانزيمات التي تفرز من المعدة والامعاء والغدد الملحقة بجهاز الهضم يتم امتصاصها بصورة رئيسية عبر جدار الامعاء الدقيقة الى الدم ومن ثم الى خلايا الجسم .لقد اصبح واضحاً بان نسبة لابأس بها من الماء والكحول وبعض الادوية يتم امتصاصها عبر المعدة وكذلك فأن بعض املاح الصوديوم والبوتاسيوم والحوامض الشحمية

ذات السلاسل القصيرة ، الكلوكوز وبعض الادوية تمتص من قبل الكرش والشبكية والورقية . ان عملية الامتصاص تتم بواسطة الزغابات المبطنة لجهاز الهضم بواسطة الانتشار الذي يعتمد على تركيز المادة في تجويف جهاز الهضم وكذلك بواسطة النقل الفعال وبواسطة الامتصاص الخلوي Pinocytosis الذي يعني التصاق المادة بالغشاء المخاطي المبطن للعضو واحاطة المادة بالغشاء وامتصاصها الى الدم .

هضم الكاربوهيدرات وامتصاصها :

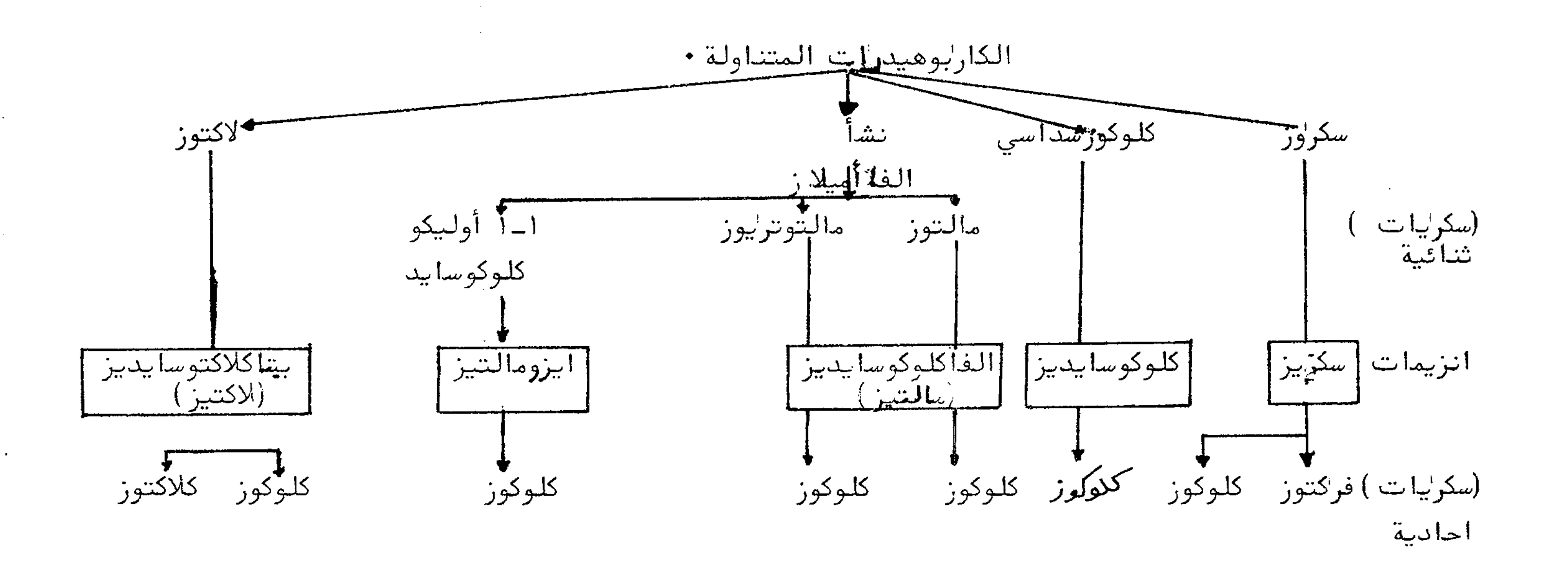
يعتبر السكروز، الكلوكوز السداسي ، النشأ ، واللاكتوز من اوسع مصادر الكاربوهيدرات انتشاراً . وهي سكريات متعددة Polysaccharides يتم تناولها من قبل الحيوان وكذلك تجزءتها بواسطة انزيمات متعددة الى سكريات احادية يسهل امتصاصها عبر جدار الامعاء الدقيقة وكما هو موضح في الشكل (٥- ٥) .

وتختلف سرعة امتصاص السكريات الاحادية المختلفة اذ نجد ان الكلوكوز اسرع امتصاص من الكلاكتوز ويكون الفركتوز اقل سرعة من كليهما .

وتعتمد سرعة الامتصاص على تركيز آيون الصوديوم في تجويف الامعاء أذ أن امتصاص السكريات الاحادية اعلاه يتم عبر غشاء الزغابات بالنقل الفعال مما يجعل الامتصاص يتاثر بمضخة الصوديوم الذي يعمل حامل Carrier لسكر الكلوكوز والكلاكتوز. أما سكر الفركتوز فينتقل عبر الانتقال المتيسر.

هضم البروتينات وامتصاصها :

يبدأ هضم البروتنيات في المعدة بفعل انزيم الببسين الذي يحتاج الى محيط حامضي (PH 1—2) حيث يتم هضم البروتينات المتكون من الببتيدات الى بروتينات ثنائية الببتيد واحماض امينية . كذلك فأن الببتيدات المتعددة تهضم داخل الامعاء بواسطة انزيمات البنكرياس الهاضمة للبروتينات كالتربسين ، الكيموتربسين والكاربوسي ببتايديز. ان هذه الانزيمات تحتاج الى وسط قاعدي او متعادل لغرض هضم البروتينات الى ببتيدات ثنائية واحماض امينية كذلك . وتشارك بعض الانزيمات المفرزة من بطانة الامعاء الدقيقة كانزيم الامينوببتايديز والنيوكلييز في تجزءة البروتينات الى مركبات ابسط يسهل امتصاصها عبر [illegible] بواسطة النقل الفعال ، الذي يقترن حمله بأيونات [illegible] الدم .



شكل (٥ - ٥) هضم الكاربوهيدرات بواسطة الانزيمات المختلفة في جهاز الهضم

هضم الشحوم وامتصاصها :

ان اغلب الشحوم التي يتناولها الحيوان تكون على هيئة استرات احماض شحمية طويلة السلسلة وكليسيرول . وبعد هضم الطعام في المعدة تغادر الشحوم الى الاثني عشر على هيئة قطرات كروية عالقة في محلول مائي . ولانزيم اللبياز المعدي تأثير بسيط على الشحوم الموجودة في المعدة . ان الهضم الحقيقي للدهون يحدث في الاثني عشر اذ تعمل املاح الصفراء على استحلاب الشحوم وتجزءة قطراتها الكبيرة الى قطرات اصغر كثيراً مما يسهل تعرضها لهضم انزيم اللبياز البنكرياسي ويعمل انزيم اللبياز البنكرياسي على تحويل الكلسيريدات الثلاثية الموجودة في قطرات الدهن الصغيرة الى كلسيريدات احادية ، كلسيريدات ، احماض شحمية حرة وقليلاً من الكليسيرول . ويتم تكوين معقدات ذائبة بالماء Miceles على هيئة قطرات صغيرة جداً بواسطة املاح الصفراء ووجود الاحماض الشحمية الحرة والكليسيرول . ان هذه المعقدات تساعد الاحماض الشحمية الحرة ، التي لها القابلية على الذوبان بالدهون ، والكليسيريدات الاحادية على النفوذ عبر الاغشية الظهارية الى داخل الخلايا الظهارية ومن ثم تكوين الكلسيريدات الثلاثية مرة اخرى بواسطة فعالية الشبكة البلازمية الداخلية ، ان الكليسيريدات الثلاثية تعمل على تكوين قطيرات صغيرة من الكليسريدات الثلاثية محاطة بطبقة رقيقة جداً من اللسثين والكوليسترول والبروتين لاتلبث هذه القطيرات ان تغادر الخلايا الى المنطقة الخلالية ثم الى مجرى اللمف. اما الاحماض الشحمية ذات السلاسل القصيرة فأنها تنفذ الى مجرى الدم . ويتم امتصاص الكوليسترول بسهولة من الامعاء الى الدم . ان امتصاص الدهون يحدث عبر طريق الانتشار.

اما الفيتامينات المذابة بالماء والاملاح فيتم امتصاصها بسهولة عبر جدار الامعاء اذ يعتمد ذلك على الضغط الازموزي بين تجويف الامعاء وجدارها . الا ان الفيتامينات التي تذوب في الدهون فأنها تمتص مع الدهون عبر جدار الامعاء بمساعدة املاح الصفراء .

الامعاء الغليظة :

هي الجزء الاخير من القناة الهضمية والاكثر اتساعاً وأقل تلافيفاً من الامعاء الدقيقة . تتألف الامعاء الغليظة من ثلاثة اجزاء تبدأ بالاعور Cecum فالقولون Colon وتنتهي بالمستقيم Rectum . ان الوظيفة الرئيسية للامعاء الغليظة في الحيوانات آكلة اللحوم هي

امتصاص الماء وبعض الاملاح كما وتعتبر مخزناً للمواد العلفية المتبقية من عملية الهضم او الفضلات. امافي بعض الحيوانات آكلة الاعشاب، ذوات المعدة البسيطة كالفصيلة الخيلية والارانب فنجد ان الامعاء الغليظة وخصوصا الاعور تقوم بتخمير وهضم وامتصاص كثيراً من المواد الغذائية بمساعدة الانزيمات القادمة من الامعاء الدقيقة والاحياء المجهرية الموجودة في هذا الجزء.

حركة الامعاء الغليظة :

تظهر ثلاث انواع من الحركة في الامعاء الغليظة وهي :
التحوي Peristalsis اذ تكون أبطأ مما هي عليه في الامعاء الدقيقة الاانها اقوى بغية دفع المحتويات الى خارج القناة الهضمية. ويكون عدد تقلصات حركة التحوي ٢– ٣ في الدقيقة تنشط بوجود الفضلات كذلك تنشط عند دخول الطعام الى المعدة عبر انعكاس معدي– عصبي قولوني Gastero– Colic reflex اما الحركة الثانية فتسمى عكس التحوي Antiperistalsis اذ تندفع محتويات الامعاء الغليظة عكس اتجاه التحوي لغرض تأخيرها مما يتيح وقت اكثر لاتمام عملية الهضم وبصورةافضل خصوصاً في المجترات والحيوانات آكلة الاعشاب الاخرى.

كما وتتيح حركة عكس التحوي لامتصاص اكبر كمية من الماء والاملاح قبل طرحها خارج الجسم. وتساهم الحركة الكيسية Sacculation في مزج محتويات الامعاء الغليظة حيث تتسع الامعاء بصورة متناوبة مما يجعل محتوياتها تتعرض للغشاء المبطن ومن ثم زيادة الامتصاص. ان الحركة الكيسية تشابه الحركة البندولية التي تحدث في الامعاء الدقيقة. وعموماً فأن حركة الامعاء الغليظة ابطأ من حركة الامعاء الدقيقة مما يساعد ذلك على خزن الفضلات.

يسيطر العصب المبهم على حركة الامعاء الغليظة اذ أن تنبيهه يؤدي الى تنشيطها.

التغوط :

هي عملية طرح محتويات المستقيم الى الخارج وتتحفز عند دخول محتويات الجزء الاخير من القولون الى المستقيم التي تؤدي إضافة الى اتساعه وتنبيه انعكاس عصبي فيه يدعى انعكاس التغوط. Defecation reflex ينتقل عبر مستقبلات عصبية موجودة في جدار

المستقيم والياف عصبية حسية الى المنطقة العجزية للحبل الشوكي التي ترسل حافزاً عصبياً عبر الياف محركة الى الجزء الاخير من القولون والمستقيم.

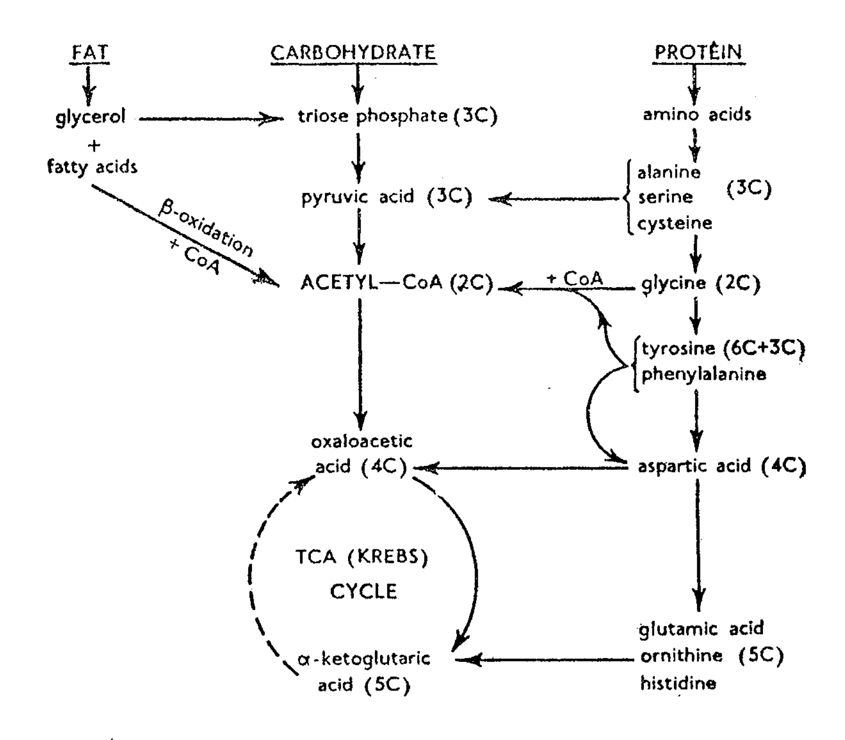
ويصاحب ذلك التقلص المستقيم وارتخاء عضلات العاصرة الشرجية الخارجية والداخلية وارتفاع الضغط في منطقة البطن نتيجة لتقلص عضلاتها وأن تقلص عضلات البطن يؤدي الى اندفاع الحجاب الحاجز الى الامام يصاحبه انسداد لسان المزمار. ومن الجدير بالذكر ان عضلات العاصرة الشرجية ضمن الحركة الارادية مما يؤدي احياناً الى تثبيط انعكاس التغوط في الظروف غير الطبيعية للتغوط.

الفصل السادس

الأيض وتحرير الطاقة

عملية الأيض وتحرير الطاقة Metabolism and energy release

تدعى عملية الأيض metabolism أنها مجموعة من العمليات الكيمياوية والأنزيمية Enzymatic وعمليات آخرى يتم بواسطتها تحويل مختلف المواد داخل الجسم من صورة لأخرى. فعند تحليل هذه المواد تتحرر الطاقة الضرورية لأنجاز العمليات الفسلجية بشكل طبيعي وكذلك خلال عمليات الأيض التي تحدث في الجسم تتحلل وتصنع مختلف المركبات الكيمياوية. الطاقة الكامنة Potential energy الموجودة في المواد الغذائية تتحول الى طاقة حركية Kinetic energy بشكل رئيسي وميكانيكية وحرارية وجزئياً كهربائية. وتسير عملية الأيض باتجاهين الأول بنائي assimilation (Canabolism) والثاني هدمي dissimilation (Catabolism) فالأول هو عبارة عن مجموعة من العمليات التي تصنع فيها المادة الحية حيث تتكون مواد كيمياوية أكثر تعقيداً تحت تأثير الأنزيمات. أما في حالة الهدم فتسير العمليات باتجاه معاكس للأولى فتتحلل المادة الحية (المواد المعقدة) وتتكون من مواد أكثر بساطة ونواتج نهائية. ان عمليتي البناء والهدم بقدر ما هي متعاكسة فهي متلازمة وتسير بوقت واحد. في حالة حدوث عمليات بناء سريعة وقوية في الجسم تنجز عمليات هدم سريعة وقوية أيضاً. وتستهلك مواد وطاقة نتيجة لعمليات تأيض الغذاء في الجسم. والمواد الغذائية الضرورية لعمليات الأيض الأعتيادية هي البروتينات والكاربوهيدرات والدهون والمواد المعدنية والفيتامينات وغيرها من المركبات الحيوية النشطة (شكل ٦-١).



شكل (٦ - ١) ملخص لطرق الأيض وتداخلات الدهون ، الكاربوهيدرات والبروتينات Wood (1983)

أيض البروتينات : - Proteins metabolism

لايمكن تصنيع البروتينات في جسم الحيوان من الكاربوهيدرات والدهون ولهذا تعتبر البروتينات من المواد الغذائية التي لايمكن تعويضها والتي يجب ان يحويها غذاء الحيوان وتمتص البروتينات الواصلة الى جسم الحيوان مع الغذاء بعد ان تتحلل بواسطة الأنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي الى حوامض أمينية وتنقل عن طريق الأمعاء مع الدم الى الكبد. ويحصل لقسم من الحوامض الأمينية في الكبد أما نزع مجموعة أمين Deamina-tion أو نقل مجموعة أمين Transamination من قسم آخر من الحوامض الأمينية وبهذه العملية يتم تصنيع بعض الحوامض الأمينية والبروتينات. في حين تصل بعض الأحماض الأمينية من الكبد الى الأنسجة وتستعمل في تلك الأنسجة لتصنيع البروتينات الخاصة بالجسم. ولهذه البروتينات اهمية بنائية حيث تستعمل في تكوين الخلايا الجديدة وكذلك

تستخدم كمصدر للطاقة في الجسم. تكون عمليتا تكوين وهدم البروتينات في الجسم مستمرتين وبحالة موازنة ديناميكية فلقد اثبت بواسطة الحوامض الامينية المعلمة ان صناعة البروتينات تكون في اعلى مستوياتها في خلايا الغدد البنكرياسية، الكبد، الغدد النخامية، وغدد المعدة وغيرها. كذلك تكون صناعة وايض البروتينات مرتفعة جداً في المادة السنجابية للدماغ. وتنجز بنفس وقت تصنيع البروتينات في الخلايا عملية الهدم التي ينتج عنها نواتج نهائية مثل الامونيا، كارباميد Carbamide، حامض البوليك Uric acid كرياتنين Creatinine وغيرها. ويكون طرح النواتج النهائية لعملية ايض البروتينات خلال الكليتين بالدرجة الرئيسية وجزئياً من خلال الغدد العرقية.

ويمكن التعرف على مستوى ونمط البروتين بواسطة التوازن النتروجيني Nitrogen balance اي بمعنى العلاقة الكمية بين النتروجين الموجود في البروتين الذي يحويه الغذاء الماكول والنتروجين المفرز من الجسم، فعندما تكون كمية النتروجين الموجودة في الغذاء الماكول اعلى من كمية النتروجين المطروحة مع البراز والبول والعرق يطلق عليها بميزان النتروجين الموجب Positive N. B ولكن عندما يكون العكس يدعى عندئذ بميزان النتروجين السالب Negative N. B وعندما تكون الكمية المستلمة من النتروجين مع الغذاء مساوية الى المطروحة من الجسم يظهر مايعرف بالتوازن النتروجيني. ويكون التوازن النتروجيني موجباً في الحيوانات اليافعة والنامية حيث يستخدم النتروجين فيها لغرض صناعة بروتينات الجسم وكذا الحال بالنسبة الى الحيوانات الحوامل اذ يذهب قسم كبير من النتروجين لتصنيع البروتين اللازم لغرض نمو الجنين. ويكون التوازن النتروجيني موجباً بعد تجويع الحيوانات وكذلك المرض بسبب استهلاك كمية مهمة من بروتينات الجسم ولغرض اعادة تعويضها يحصل احتفاظ او احتباس للنتروجين وفي حالة الحيوانات المنتجة للحم والحليب والبيض والصوف وغيرها خاصة العالية الانتاج يكون التوازن النتروجيني موجباً كذلك اذ يستخدم قسم منهم من البروتينات المستلمة مع الغذاء لتكوين نوع محدد من الانتاج. ويلاحظ التوازن النتروجيني السالب N. N. B خلال فترة تجويع الحيوان او تغذية الحيوان بعليقة حاوية على كمية قليلة من البروتين وكذلك يكون التوازن النتروجيني سالباً في حالة عدم احتواء العليقة على بعض من الحوامض الامينية الاساسية. وكذلك يلاحظ حصول توازن نتروجيني في الحيوانات الكبيرة التي تحلل اجسامها قدر من البروتين مساوياً الى الكمية المستلمة منه مع العليقة واذا كانت البروتين في عليقة التغذية قليلة بحيث

لاتغطي احتياجات الجسم يحصل بذلك توازن سالب ولكن في حالة رفع كمية البروتين في العليقة نصل الى حالة التوازن النتروجيني ، ولو استمر بتقديم كميات اكبر من البروتين في العليقة يتحقق التوازن النتروجيني بعد فترة وجيزة من جديد ولكن يكون مصحوبا بمستوى اعلى من استخدام وتحلل البروتينات يحصل لها فقد مجموعة امين Deamination وبذلك تستخدم كمصدر للطاقة او تتحول الى نوع من الدهون. المركبات النتروجينية النهائية تعزل من الجسم تحت شكل كاربامايد ، حامض البوليك وغيرها. لذلك تعرف اقل كمية من البروتينات اللازمة للمحافظة على التوازن النتروجيني خلال ٢٤ ساعة لكل كغم من الوزن الحي في الجسم بادنى بروتين Protoin minimum (جدول ٦ – ١)

جدول (٦ – ١) يوضح أدنى بروتين لبعض أنواع الحيوانات الزراعية

نوع الحيوان	أدنى بروتين (غم بروتين/ ٢٤ ساعة/ كغم وزن حي)
الأغنام والخنازير	١,٠٢
الحصان في حالة الأستراحة	٠,٧ – ٠,٨٩
الحصان في حالة الحركة	١,٢ – ١,٤٩
الأبقار غير الحلوب	١,٠

لانجاز عملية ايض البروتينات بشكل طبيعي في جسم الحيوان من الضروري ان يحصل مع الغذاء ليس فقط الكمية الكافية من البروتينات ولكن ايضاً جميع الحوامض الامينية فالبروتينات التي تحوي على جميع الحوامض الامينية الضرورية لعمليات البناء والصناعة على ضوء احتياج الجسم تدعى ذات قيمة حيوية كاملة high biological value وعلى العكس من ذلك فأن البروتينات التي تحوي على بعض الحوامض الامينية الاساسية او التي لاتفي بكامل احتياجات الجسم فانها تعرف بالبروتينات واطئة القيمة الحيوية Low biological value من هذا يتضح ان القيمة الحيوية للبروتينات تحدد على ضوء ماتحويه من حوامض امينية في تركيبها. وتقاس من خلال كمية البروتين الذي ممكن

ان يتكون من ١٠٠ غم من بروتينات الغذاء. ومن وجهة نظر فسلجة هضم الحوامض الامينية الموجودة في الغذاء تقسم الى ثلاث مجاميع :-

١. حوامض اساسية **Essential amino acid**

التي لاتكون في الجسم والتي بدونها لايمكن تصنيع البروتينات في الجسم. وفي حالة فقدان احد الحوامض الاساسية او يكون بكمية غير كافية فان التوازن النتروجيني يضطرب (يكون سالب) ويتأخر نمو الحيوان وكذلك تحصل تغيرات بالاعتماد على النشاط الخاص لكل من الحوامض الامينية. مثال ذلك لكي تسير عملية الحمل بشكل طبيعي من الضروري توفر الحامض الاميني tryptophan ، والفالين Valine للجهاز العصبي ، وفي حالة فقدان او نقص اللايسين Lysine يتأخر النمو. ويختلف احتياج الحيوانات من الحوامض الامينية الاساسية باختلاف انواعها واعمارها حيث تكون الحيوانات النامية اكثر احتياجاً لها. ومن المهم جداً معرفة محتوى عليقة الدواجن والخنازير وبقية الحيوانات من الحوامض الامينية ولهذا عند تغذية الحيوانات المذكورة فليس من الضروري فقط معرفة كمية البروتين في العليقة ولكن ايضاً تركيبه من الحوامض الامينية وخاصة الميثايونين Methioine واللايسين التي تكون بكميات قليلة في اعلاف التغذية واضافة الحوامض الامينية المصنعة حالة ضرورية للانتاج الاعلى.

٢. الحوامض الامينية شبه الاساسية **Semi- essential amino acids**

في حالات خاصة يكون وجود الحوامض شبه الاساسية ذو ضرورة حيوية ولكن غيابها في حالة توفر الحوامض الاساسية لايظهر اضطراب معين عند معظم الحيوانات الزراعية. وتشمل الحوامض شبه الاساسية الارجنين Arginine التايروسين Tyrosine ، السستين Cystine. الارجنين يصنع في الكبد من الاورنثين Ornithine في الثدييات والتايروسين من الفينال الانين Phenal alanine والسستين من الميثايونين.

٣. الحوامض الامينية غير الاساسية **Non- essential amino acids**

وهي الحوامض التي يمكن صناعتها في انسجة الجسم ومنها حامض اللانين alanine ، اسبارتك اسد Aspartic acid ، كلوتاميك اسد Glutamic acid ، اوكسي

برولين Oxyproline وبرولين Proline الخ. وتكون القيمة الحيوية للبروتينات في الحيوانات المجترة ليست ذات اهمية خاصة ففي المنطقة التي تضم الكرش والورقية والشبكية من معدة الحيوانات المجترة توجد الاحياء الدقيقة microorganism التي تشمل المايكروفلورا microflora والمايكروفاونا microfauna (البكتريا، النقاعيات infusoria) لها القدرة على استعمال البروتين النباتي ذو القيمة الحيوية المنخفضة في صناعة بروتين ذو قيمة حيوية اعلى وماعدا ذلك ففي نفس المنطقة فان المايكروفلورا لها القدرة على الاستفادة من نتروجين المركبات النتروجينية غير البروتينية non- protien nitrogen Compounds حيث يمكن ان يسد ما يقارب ٢٥ - ٣٠٪ من حاجة الجسم الى البروتين من المركبات النتروجينية غير البروتينية هذه وبالرغم من ذلك فعند تغذية الحيوانات ذات الانتاجية العالية يجب المحافظة على معدل ثابت للقيمة الحيوية للبروتينات في العليقة بسبب عدم امكانية تصنيع الحوامض الامينية الاساسية وفي كميات كافية من قبل الاحياء الدقيقة.

تنظيم أيض البروتين.

ينظم أيض البروتينات في الجسم بواسطة المراكز العصبية الموجودة في تحت المهاد hypotalamus في الدماغ الوسطي. ولوحظ ان احداث اضرار لبعض الانوية في تحت المهاد ادى الى ارتفاع افراز النتروجين مع البول والذي يشير ذلك الى زيادة تحلل البروتينات في الانسجة. وتكون ميكانيكية التأثير العصبي على أيض البروتينات من خلال تغير الوظيفة الفسيولوجية للغدد ذات الافراز الداخلي (الصماء). وللجهاز تحت المهاد- النخامية hypothalamus- hypophsial system دور في ايض البروتينات حيث يقوم تحت المهاد من خلال الغدة النخامية بتنظيم وظائف جميع الغدد الصماء. ففي حالة النشاط الافرازي العالي للغدة النخامية وتكوين هرمون النمو growth hormone تنظم عمليات صناعة البروتينات في الانسجة لذلك وفي حالة الحيوانات اليافعة فأن هرمون النمو يحفز صناعة البروتينات في الجسم وكذلك تلعب هرمونات الغدد الدرقية دوراً خاصاً في ايض البروتينات وخاصة هرمون الدرقين (التايروكسين) Thyroxin (T4) وهرمون triiodothyronine (T3) في حالة ارتفاع صناعة هذين الهرمونين تعطي الدليل على ارتفاع ايض البروتينات والعكس صحيح. وتلعب الهرمونات الستيرويدية القشرية

Corticosteriod hormones المفرزة من الغدة الكظرية Adrenal gland دوراً مهماً سواء كان هدمياً ام بنائياً في عملية ايض البروتينات . كذلك هرمون الانسولين يشترك في ايض البروتينات وخلال فترة الحمل وافراز الحليب يحفز الاستروجين estrogen والبروجيسترون Progesterone صناعة البروتين في الجنين والغدة اللبنية وكذلك هرمون التستسترون testosterone يؤثر في صناعة البروتينات وبهذا فهو يلعب دوراً كبيراً في التكتل العضلي الحاصل في ذكور الحيوانات مقارنة مع الاناث وذلك نتيجة لافرازه المرتفع في الذكور.

أيض الكاربوهيدرات Carbohydrate metabolism

تلعب الكاربوهيدرات دوراً جوهرياً في الجسم حيث تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة وتدخل كذلك في تركيب مجموعة كبيرة من المركبات وتؤلف الكاربوهيدات مايقارب ٥٠-٨٠٪ من المادة الجافة للعلف النباتي التي تغذى بها الحيوانات الزراعية وكمية الكاربوهيدرات التي يحويها الجسم تتراوح من ١-١,٥٪ في غذاء الحيوانات الزراعية الكاربوهيدات تكون على هيئة سكريات احادية Mono saccharides وبسيطة Oligosaccharides ومتعددة Polysaccharides واكثرها تكون السكريات المتعددة التي تتحلل في الجهاز الهضمي الى سكريات احادية . ومن اكثر الكسريات الاحادية التي تمتص في الدم هي سكر العنب (الكلوكوز) glucose وسكر الفاكهة Fructose وسكر الحليب galactose b والمانوز Manose . في حالة تحلل الحوامض النووية والنيوكليوتايد Nucleotides في أنسجة الأمعاء الدقيقة يتحرر الرايبوز ribose والدي أوكسي رايبوز deoxyribose وتنقل السكريات الأحادية في الدم بعد أمتصاصها الى الكبد والذي يستخدم قسم واحد منها (بشكل رئيسي سكر العنب) في صناعة الكلايكوجين glycogen والقسم الآخر لعمليات الاكسدة سواء في الكبد او في الانسجة وخاصة النسيج العضلي. ويمكن للكلايكوجين في الكبد ان يكون ايضاً من مواد اخرى هي الكليسرول Glycerol وبعض الحوامض الامينية والحوامض الدهنية الطيارة Volatile fatty acids ولوحظ في الخنازير عند تغذيتها على عليقة غنية بالكاربوهيدرات فان حوالي ٣-٥٪ من جزئيات سكر العنب الممتصة تستخدم في تكوين الكلايكوجين، ٣٠٪ لصناعة الحوامض الدهنية وحوالي ٦٠٪ لعمليات الاكسدة ويخزن الكلايكوجين بشكل

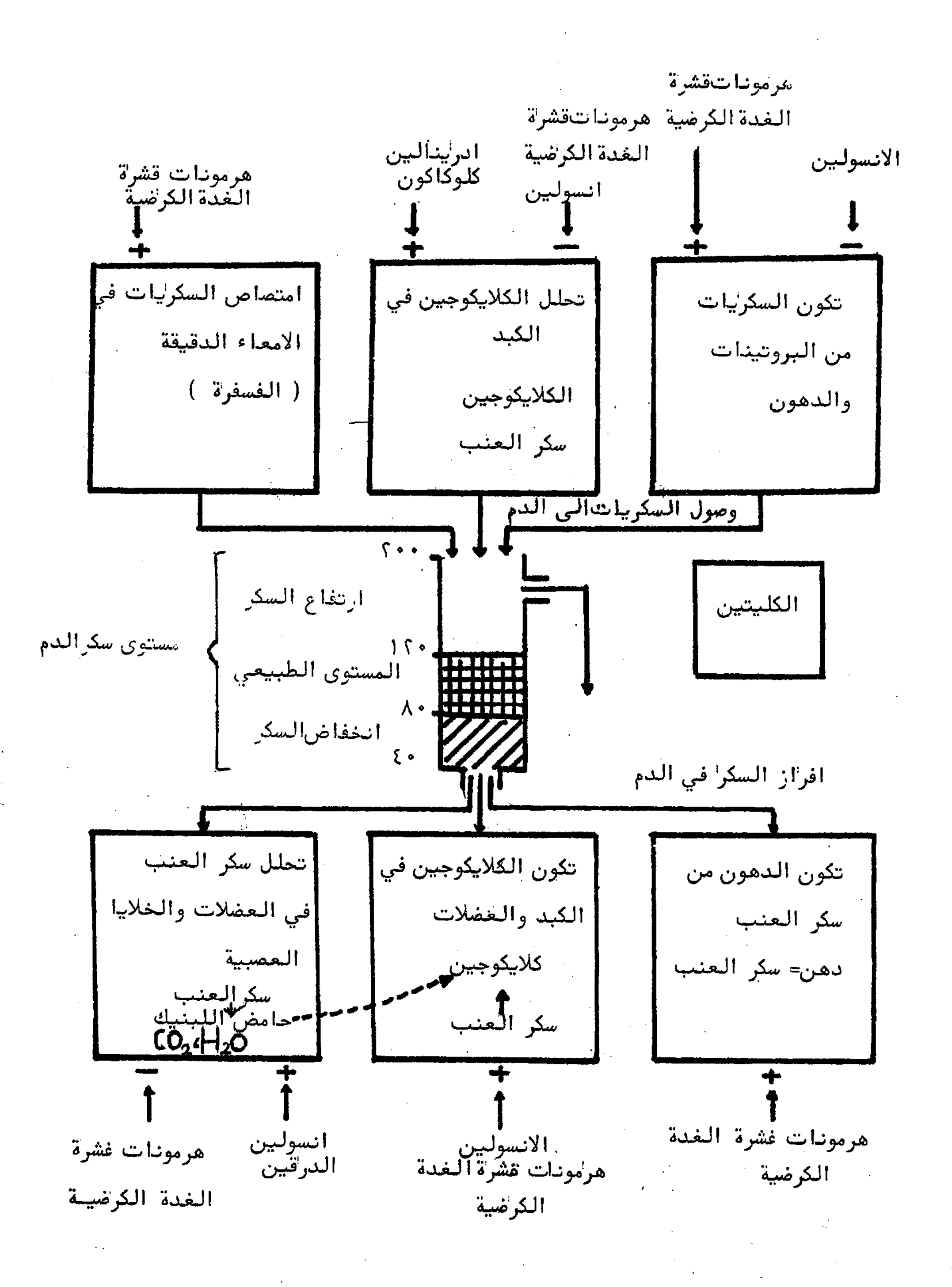
رئيسي في الكبد ويقدر المخزون العام من الكلايكوجين في جسم الانسان بحوالي ٣٥٠ غم وحوالي ١٥٠ - ٢٠٠ غم منها توجد في الكبد. وعدا الكبد فان الكلايكوجين يوجد ايضا في العضلات التي تحوي على حوالي ١ - ٢٪ وتوجد الكاربوهيدرات في الجسم ايضاً بحالة مرتبطة مع الحوامض الامينية وبعض الدهنيات والبروتينات والهرمونات وغيرها. واكبر كمية من الكاربوهيدرات توجد على هيئة كلايكوجين وتأتي الاهمية الكبرى للكاربوهيدرات باعتبارها مصدر طاقة للحيوان التي تتصف بسرعة تحللها واكسدتها، فعند الحاجة تتحرر الكاربوهيدرات من مخازنها وتكون جاهزة ليستخدمها الجسم وعند اكسدتها في الانسجة تحرر الطاقة ١١ غم كاربوهيدرات يحرر ٤,١ كيلوكالورى) حيث يستخدم كميات اقل من الاوكسجين منه في حالة اكسدة الدهون. وتظهر اهمية الكاربوهيدرات كمصدر سريع للطاقة بشكل خاص عندما تنخفض كمية السكر في الدم بشكل حاد. ويتبع انخفاض السكر حصول انخفاض في نشاط العضلات الجسمية وتلعب الكاربوهيدرات دوراً كبيراً في ايض المواد وخاصة دورها في استمرار العمل الطبيعي للجهاز العصبي المركزي فانخفاض السكر في الدم الى ٤٠ ملغم ٪ (الطبيعي ١٠٠ ملغم ٪) يؤدي لمجموعة من الاضطرابات في وظائف الجهاز العصبي المركزي مثل التشنج وفقدان الذاكرة والتعرق diaphoresis واختلال في عمل القلب وغيرها. وتسير عملية تكوين الكلايكوجين الطبيعية في الكبد بشكل سريع ولهذا يحافظ على محتوى السكر في الدم عند مستوى ثابت نسبياً. وعندما يكون تركيب عليقة حاوية على تركيز عالي من الكاربوهيدرات السهلة الهضم فأن امتصاص السكريات الاحادية في الجهاز الهضمي يرتفع ويكون بمقدور الكبد تحويل جميع سكر العنب الى كلايكوجين ولهذا يرتفع محتوى السكر الدم وتظهر حالة فرط سكرية الدم hyperglycemia وعندما يتعلق الامر بالغذاء والتغذية فان ارتفاع السكر في الدم يدعى بالارتفاع الغذائي للسكر alimentary hypergly cemia ويمكن ان تحصل هذه الحالة أيضاً عندما تختل عملية أيض الكاربوهيدرات في الجسم diabet . في حالة ارتفاع تركيز سكر في الدم ولايمكن ان يمتص باكمله بل يخرج قسم منه مع البول عندئذ تسمى الحالة هذه بالبيلة الكلوكوزية glycosuria وفي حالة عدم وجود الكاربوهيدرات او ان تكون الكميات قليلة بحيث لاتسد حاجة الجسم فان احتياطي الكلايكوجين ينخفض في الجسم وينخفض مستوى سكر الدم وتسمى الحالة بنقص سكرية الدم hypoglycemia ويتم ايض الكاربوهيدرات

باستمرار بين الكبد وسكر الدم والعضلات والجهاز العصبي المركيز وغيرها من الاعضاء والانسجة . وفي حالة انخفاض كمية الكلايكوجين في الكبد تحت المستوى الادنى المقرر تحلله الى سكر العنب فان هذا التحلل يتوقف ويبدأ مستوى السكر في الدم بالانخفاض وفي هذه الحالة فان قدرة العضلات على العمل ينخفض . وفي حالة النشاط العضلي العالي وتحت تأثير انزيم Phosphorylase فان كلايكوجين العضلات يتحلل الى glucose Phosphate الذي يعتبر مصدر مهم للطاقة في عملية تقلص العضلات . يكون احتياطي الكبد من الكلايكوجين ليس بالكبير حيث يمكن ان يسد حاجة الجسم من سكر العنب لفترة ١٢ - ٢٤ ساعة . وعند تغذية الحيوانات على علائق خالية من الكاربوهيدرات او ان كمياتها لاتسد الحاجة فأن الكبد له القدرة على صناعة سكر العنب من مصادر غير كاربوهيدراتية وتعرف هذه العملية gluconeogenesis . يكون محتوى سكر الدم اعلى في الحيوانات ذات المعدة الواحدة او البسيطة والانسان (٨٠ - ١٢٠ ملغم ٪) واقل في الحيوانات المجترة (٤٠ - ٦٠ ملغم ٪) وانخفاضه في الحيوانات المجترة يعتمد على خواص ايض الكاربوهيدرات فهيا . ويتحلل القسم الاعظم من المواد الكاربوهيدراتية التي يحصل عليها الحيوان من الغذاء في منطقة الكرش الشبكية والورقية من معدة الحيوانات المجترة الى الحوامض الدهنية الطيارة butyrates propionate acetate والقسم القليل من المواد الكاربوهيدراتية يمتص على هيئة سكريات احا دية (بشكل رئيسي سكر العنب) وهذه الخاصية المميزة لتأيض الكاربوهيدرات في الحيوانات المجترة يتلخص في اعتمادها على الحوامض الدهنية الطيارة للحصول على القسم الاكبر من طاقتها . وتحتاج الحيوانات المجترة بشكل كبير الى سكريات العنب فهو ضروري جداً في تكوين وصناعة سكر الحليب فقد وجد ان ٦٠٪ من سكر العنب الموجود في الجسم يتحول الى سكر الحليب وكذلك فالحيوانات الحوامل تستخدم مايقارب ٥٠ - ٧٠٪ من سكر الدم في تغذية ونمو جنينها . من الضروري توفر كمية محددة من سكر العنب في الجسم وذلك لانجاز عمليات الايض التي تحدث في الانسجة وكذلك للاكسدة الطيعة للحوامض الدهنية الطيارة وغيرها ولهذا فعملية تكوين سكر العنب من مصادر غير كاربوهيدراتية في الحيوانات المجترة دوراً مهماً في تحضير الكميات اللازمة من سكر العنب الى الجسم ومن اكثر المصادر الاولية Precursar اهمية في تكوين سكر العنب في الحيوانات المجترة هي بروبينات Propionates والمواد غير البروتينية (حامض البابرون البايروفك Pyruvic acid) او حامض اللبنيك lactic acid والكليسرول glycerol وغيرها) . ويجهز حوالي ٤٠ - ٥٠٪

من سكر العنب الضروري للجسم عن طريق مصادر غير كاربوهيدراتية بعملية glyconeogenesis للبروتينات. وتنجز عملية ايض البروبيونات الى سكر العنب بشكل رئيسي في الكبد (٨٠٪) وتشترك في هذه العملية وبشكل جزئي كل من جدران الجهاز الهضمي (٤-١٥٪) والكليتين. من الشكل (٦-٢) يلاحظ ان عملية ال glyconeoogenesis للبروتينات تنجز عن طريق ال Succinate exalaccetate وال PhosPhoenal Pyrvat في حين يستخدم الاستيات acetate بعد تنشيط استيل تميم انزيم acetyl CoenzymeA A في صناعة الدهون او ترتبط مع دورة ستريك Citric Cycle وتستخدم كمصدر للطاقة.

تنظيم ايض الكاربوهيدرات: -

ينظم ايض الكاربوهيدرات عن طريق هرموني - عصبي ولوحظ تأثير الجهاز العصبي على ايض الكاربوهيدرات قديما اذ عند وخز المنطقة البطنية الرابعة للنخاع المستطيل ادى ذلك الى ارتفاع سكر الدم وظهور السكر في البول وهذا مايعطي دليل على ان هناك مركز في النخاع المستطيل يسيطر على ايض الكاربوهيدرات في الجسم. ثم اثبات بان المراكز المتطورة المنظمة لعملية ايض الكاربوهيدرات توجد في تحت المهاد وتأثيرها يؤدي الى ارتفاع سكر الدم كذلك قشرة الدماغ تؤثر على ايض الكاربوهيدرات ومثال ذلك عند الرياضيين فقبل الانطلاق يرتفع سكر الدم عندهم وحتى يمكن ملاحظة ذلك في بولهم. ويتم تأثير تحت المهاد وقشرة الدماغ على ايض الكاربوهيدرات خلال الفص الودي Sympathetic lobe للجهاز العصبي. وعند تحفيز الغدة الكظرية يتكون هرمون الأدرينالين adrenaline بشكل كبير والذي يحلل الكلايكوجين في الكبد والعضلات الى سكر العنب وبذا يسبب ارتفاع تركيز سكر الدم. وتلعب هرمونات غدة البنكرياس (الانسولين، الكلاكاكون) دورا مهما في عملية ايض الكاربوهيدرات. فالانسولين يساعد على تكوين الكلايكوجين من سكر الدم والذي يساعد على المحافظة على التركيز الطبيعي لتركيز السكر في الدم وهرمون الكلوكاكون في الكبد ويسبب ارتفاع سكر الدم كذلك توثر هرمونات الغدة النخامية والدرقية وقشرة الغدة الكظرية على عملية ايض الكاربوهيدرات حيث تشترك هرمونات قشرة الكظرية السكرية glycocor ticoid hormones في عملية تنظيم مستوى سكر الدم من خلال تنظيم عملية الامتصاص التي تجرى في الامعاء الدقيقة. فالادرينالين



- يخفف

(الشكل ٦-٢) يوضح تنظيم السكر في الدم.

والكلوكاكون تقوم بالاشتراك بعملية تحلل الكلايكوجين وبالعكس فان الانسولين وهرمونات قشرة الكظرية السكرية تثبط من عملية تحلل الكلايكوجين glycogen-olysis . وتحفز عملية تكوين السكريات من البروتينات والدهون بواسطة هرمونات قشرة الكظرية وتثبط من قبل الانسولين وتحفز عملية تحلل السكر glycolysis في العضلات والخلايا العصبية من قبل هرمون الدرقين وتثبط بواسطة هرمونات قشرة الكظرية السكرية . وتشير ميكانيكية تنظيم السكر في الدم الى اكثر من جهاز يشترك في عملية زيادة تركيزه في الدم وعدد اقل يشترك في انخفاض تركيزه ويمكن للجسم ان يتحمل التراكيز العالية للسكر بالدم اكثر مما لو كانت التراكيز منخفضة عن معدلها الطبيعي . وعندما ينخفض تركيز سكر الدم عن ادنى معدل له وحتى لو كان ذلك لفترة قصيرة يحصل للجسم الغيبوبة hypoglycemic coma .

ايض الدهون Lipid metabolism

ياتي الدور الفسيولوجي للدهون من انها تعتبر المصدر الغذائي بالطاقة وكذلك فهي تشترك في بناء انسجة الجسم وخلاياه . وتحافظ الدهون على بعض الاعضاء مثل الكليتين من المؤثرات الميكانيكية وفي المنطقة البطنية تساعد على تثبيت الاعضاء الداخلية الموجودة في تجويف البطن . وتلعب الدهون الموجودة تحت الجلد والتي تعتبر من المواد غير الجيدة التوصيل للحرارة دورا مهما في المحافظة على حرارة الجسم في الاوساط المنخفضة الحرارة وعدا ذلك فالدهون تكون حاملة للفيتامينات الذائبة فيها مثل K. E. D. A .

والاهمية الخاصة للدهون كمصدر للطاقة تاتي من قيمتها الحرارية العالية فالدهون تمثل مخزن الطاقة في الجسم حيث عند الحاجة ياخذها كطاقة ضرورية . وتلعب الدهون في حالة الحيوانات المسمنة دورا مهما في تجهيز الطاقة للعمليات الحيوية عند تجويعها بعمر ٦ — ٨ اسابيع . وتحوي جميع انسجة واعضاء الجسم على دهون ولكن القسم الاعظم منها تترسب في النسيج الدهني واكثر الدهون تتواجد في الثرب omentum ، تحت الجلد (الخلايا الدهنية للسبلة . الشحمية Panniculus adiposus) والمساريقا mesenterium وحول الكليتين وبين العضلات وغيرها . وتدخل كميات غير كبيرة في تركيب الخلايا وتشترك في بناء اغشيتها ، وتلعب الشحوم Lipoids في الجهاز العصبي المركزي دوراً مهماً وتعتمد كمية الدهون في الحيوانات

على نوع الحيوان Species وسلالته breed والعمر والتغذية وعوامل اخرى . وتتجدد الدهون في الجسم باستمرار. وفي حالة التعادل التام في الطاقة تكون عمليات بناء وهدم الدهون متساوية وفي حالة عدم كفاية الطاقة فان تحلل الدهون من مخازنها يتجاوز تكوينها وبذلك تنخفض كميتها . والعكس في حالة ارتفاع محتوى الدهن في العليقة فسوف تتكون دهون اضافية واكثر من المتحللة وبذلك فان كمياتها في المخازن ترتفع ويعتمد تركيب الدهون الاحتياطية على نوع الحيوان وظروف التغذية والرعاية . في حالة الحيوانات المجترة يتصف ايض الدهون بان الحوامض الدهنية غير المشبعة يحصل لها عملية هدرجة في المعدة وعندما تربى الحيوانات في ظروف بيئية تمتاز بانخفاض درجات الحرارة فان اشتراك الحوامض الدهنية المتعادلة في تركيب دهون الجسم يكون اعلى .

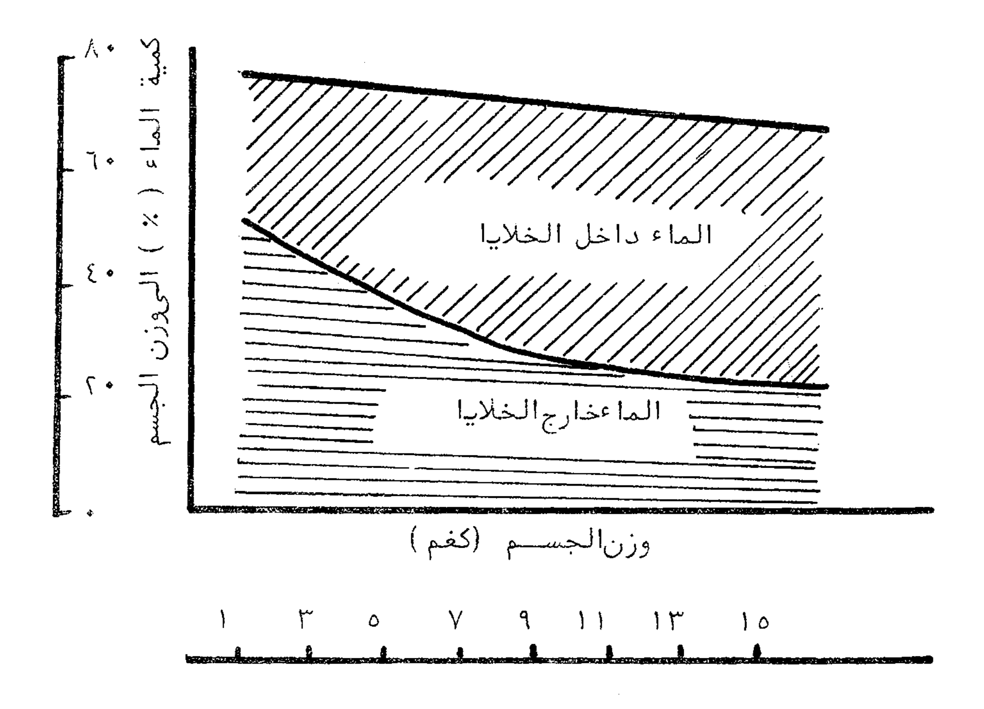
وتتحلل الدهون الموجودة في العليقة داخل الجهاز الهضمي للحيوانات تحت تاثير الانزيمات المحللة للدهون Lipolytic enzymes الى كليسرول زائدا حوامض دهنية ويتم امتصاص الدهون في الامعاء الدقيقة من خلال اللمف (قسم قليل منها عن طريق الدم) وتحمل الدهون الى الكبد الذي يصنع فيه الدهن الخاص بكل نوع من الحيوانات . واشارت الدراسات الحديثة الى ان في الامعاء الدقيقة يتم امتصاص املاح الحوامض الدهنية والكليسرات الاحادية Monoglycerides والثنائية diglycerides . وقسم من الدهون المتعادلة غير المتحللة والمسمات triglycerides وبواسطة النظائر المشعة امكن اثبات بان الدهون بعد امتصاصها تصل الى النسيج الدهني مباشرة ومنه تصل الى الدم والانسجة حيث تتاكسد هناك ويلعب الكبد دورا كبيرا في عملية ايض الدهون في حالة التغذية على عليقة غنية بالكارهدرات وفقيرة او خالية من الدهون فان الجسم يصنع الدهون من الكاربوهيدرات وفي ظروف تغذية خاصة فان الدهون يمكن ان تكون حتى من البروتينات . وتصنع حوامض دهنية في الكبد من حوامض دهنية اخرى وترتبط بحامض الفوسفوريك Phosphoric acid . وهناك بعض الحوامض الدهنية غير المشبعة التي لايمكن صناعتها من حوامض دهنية اخرى ولهذا تعتبر حوامض دهنية اساسية وهي حامض اللينولك Linolic acid ، حامض اللنيولينك linolenic acid وحامض اراكدونك arachidonic donicacid وتتحلل الدهون الواصلة من المخازن الدهنية والموجودة مباشرة في الانسجة اولا الى كليسرول وحوامض دهنية وبعد ذلك تتاكسد وتتحرر من ذلك طاقة اضافية وتتاكسد الحوامض الدهنية في الكبد جزئيا وتكون اجسام كيتونية Ketone bodies وكذلك يصنع الكوليسترول Chlesterol . وعند اكسدة ١ غم

دهن في الانسجة تتحرر طاقة مقدارها ٩,٣ كيلو سعرة لذلك فعند اكسدة الدهون يحتاج كميات اكبر من الاوكسجين مقارنة بما هو عليه في حالة اكسدة الكاربوهدرات لان جزئياتها تحتوي على اوكسجين اقل. وكمصدر للطاقة تستخدم الدهون لانجاز العمل العضلي الذي يستمر لفترة زمنية طويلة والذي يتصف بجهد غير قوي. وفي حالة الجهد العضلي القوي يستخدم في البداية الكلوكوز والكلايكوجين كمصدر للطاقة ولكن عندما تصل احتياجات الكاربوهيدرات الى الحد الادنى لها بشكل سريع يبدأ تاكسد الدهون وبذلك يمكن ان تسد الدهون مايقارب ٨٠٪ من الطاقة اللازمة. وتحوي العلائق الغنية بالدهون كميات لاباس بها من الفوسفوتايد Phosphotides و Sterina فالاولى تدخل في تركيب دهون الجبلة protoplasm وكذلك في اغشية الخلايا ومادة النواة. وتكون الخلايا العصبية غنية بشكل كبير بالفوسفوتايد التي تصنع من الدهون المتعادلة باشتراك حامض الفوسفوريك والكولين Choline في جدران الامعاء والكبد. والسترنا Sterina لها اهمية فسلجية كبيرة وخاصة الكولسيترول حيث يشترك في تكوين حوامض الصفراء Bile acids ، والهرمونات الجنسية والهرمونات المفرزة من الغدة الكظرية وفيتامين . وتنظم عملية ايض الدهون عصبيا وهرمونيا فقد اثبت انه في حالة احداث اضرار في انوية تحت المهاد فانه سيحصل خلل في ايض الدهون. وعند تحطيم نواة الجزء البطني الوسطي في تحت المهاد سيحصل تشحم في الجسم adiposis. اما تحطيم الانوية الجانبية لتحت المهاد سيؤدي الى ضعف الجسم وبشكل رئيسي يسبب انخفاض الدهون في المخازن الدهنية. ويتم تأثير الجهاز العصبي على عملية ايض الدهون بشكل رئيسي بواسطة الغدد الصماء وافرازاتها من الهرمونات كذلك يمكن ان يظهر الجهاز العصبي تاثيرا مباشرا على عملية ايض الدهون فمن المعروف بان قطع الاعصاب الواصلة والمنتشرة في النسيج الدهني يسبب عرقلة الاستفادة واستخدام الدهون في حالة تجويع الحيوان ويكون التنظيم الهرموني من خلال هرمونات الغدة الدرقية والنخامية والغدد الجنسية وفي حالة ضعف نشاط هذه الغدد فانه يحصل تشحم الجسم وفي حالة زيادة النشاط وبسبب زيادة تاكسد الدهون فان محتواها في الانسجة والمخازن ينخفض. كذلك هرمونات الغدد الكظرية والبنكرياس توثر في عملية ايض الدهون ففي حالة ضعف نشاط الغدة الكظرية يودي ذلك الى تثبيط في صناعة الكوليسترول في الكبد اما الانسولين المفرز من البنكرياس فانه يدعم تكوين الدهون من الكربوهيدرات.

ايض الماء والمواد المعدنية Water and Minerals metabolism

ايض الماء Water metabolism

يعتبر الماء جزء مهم جدا في جسم الحيوان وهو المركب الاساسي للنسيج الحي وكذلك المذيب الحيوي العام والذي يحقق سير عمليات الايض في الخلايا يلعب الماء دورا مهما في تنظيم درجة حرارة جسم الحيوان من خلال ميكانيكية التعرق diaphoresis والتنفس Respiration . يعتمد محتوى الماء في جسم الحيوان على عوامل كثيرة منها العمر. التغذية ودرجة حرارة المحيطية بالحيوان وتكون كمية الماء اعلى نسبيا في جسم الجنين الكمية بالانخفاض بعد الولادة وتستمر بتقدم العمر حتى يصبح على مستوى ثابت نسبيا في الحيوانات الكبيرة السن . فيكون متوسط محتوى الماء في جسم العجل بعد الولادة مثلا هو ٧٥٪ وبعد ثلاثة اشهر من الولادة يصبح ٦٦ – ٧٢٪ وفي الحيوان البالغ الذي يعتمد على محتوى الدهن يكون محتوى الماء في الجسم بحدود ٤٠ – ٦٠٪ قسم من الماء يوجد داخل مجالات الخلايا ومرتبط على هيئة معقد hydrophilic Colloid او يدخل الماء في تركيب البروتينات ، الكاربوهدرات والدهون ويوجد الماء داخل الخلايا Intracellular water ويمثل نسبة ٧٢٪ من المحتوى العام لماء الجسم والقسم الاخر من الماء يوجد في سوائل الجسم. المجالات بين الخلايا وبلازما الدم وهذا يدعى بالماء خارج الخلايا Extra cellular waterويمثل نسبة مقدارها ٢٥–٢٨٪ من الماء الكلي للجسم ، وهناك علاقة متبادلة مستمرة بين ماء داخل الخلايا وماء خارج الخلايا ar وهذه العلاقة تحافظ على التوازن الديناميكي للماء Water dynamic balance في حالة اخذ الحيوان لكميات كبيرة من الماء يؤدي ذلك الى ارتفاع كميات الماء خارج الخلايا وتعتمد العلاقة بين الماء داخل وخارج الخلايا على عمر الحيوان والوزن الحي له فالخنازير بعمر ٦ ايام تحتوي على حوالي ٤, ٧٦٪ في جسمها وبعمر ٧٢ يوم ينخفض الماء الى ٦٤,٤٪ وينخفض الماء خارج الخلايا بتقدم عمر الحيوان في حين يحصل العكس بالنسبة الى ماء داخل الخلايا حيث يرتفع عند التقدم بالعمر (شكل ٦–٣). وهذه العلاقة موجودة في اغلب الحيوانات الزراعية فخلال الاسبوع الاول بعد الولادة تكون الحيوانات حديثة الولادة حساسة بشكل خاص الى انخفاض كمية الماء في اجسامها. وفقدان الماء ممكن ان يحصل نتيجة لحدوث الاسهال الذي يصيب الحيوانات او لحصول نزيف دموي او نتيجة للضعف العام للجسم. وتسد الحيوانات حاجتها من الماء عند الحالات الطبيعية عن طريق الغذاء وماء الشرب وقسم قليل من ماء الجسم يتكون نتيجة لاكسدة المركبات العضوية مثال ذلك



(شكل ٦ – ٣) اقسام الماء داخل الخلايا والماء خارج الخلايا والمحتوى الكلي للماء في جسم . الخنزير بوزن من ١ – ١٦ كغم .
Mulanov (1978)

اكسدة ١٠٠ غم سكر العنب يحرر ٥٦ غم ماء وعند اكسدة ١٠٠ غم بروتين ينتج ٤٦ غم ماء في حين اكسدة ١٠٠ غم دهن ينتج ١١٩ غم ماء . ويتم امتصاص الماء في الحيوانات ذات المعدة الواحدة بشكل رئيسي في منطقة الامعاء الدقيقة ، اما في الحيوانات المجترة فقسم كبيرة من الماء يمتص في الجزء قبل المعدة الحقيقية وخاصة في الورقية . ويتم امتصاص قسم كبير من الماء الموجود في اللعاب والعصير المعدي والصفراء وعصير البنكرياس وعصير الامعاء في منطقة الامعاء الغليظة . وتعتمد كمية الماء التي يستهلكها الحيوان ليوم واحد على نوع ، العمر ، التغذية ، درجة حرارة المحيط ، والحالة الانتاجية وغيرها من العوامل . وسد حاجة الحيوان من الماء له اهمية كبيرة في الحالة الفسيولوجية الطبيعية للحيوان كذلك في المحافظة على الانتاجية العالية . ففي حالة الحيوانات المجترة حاجة الحيوان الى الماء تعتمد بالدرجة الاساس على عمره وانتاجه من الحليب وايضا على العوامل البيئية والوزن الحي . وخلال فصل الصيف يحصل الحيوان على جزء كبير من الماء الموجود في العلف الاخضر التي تعتمد الحيوانات في تغذيتها عليه خلال هذا الفصل .

ويفرز الماء من الجسم عن طريق الرئتين خلال عملية التنفس والجلد عن طريق التعرق ومع البراز ومع الحليب المنتج ولكن يبقى الافراز او الطرح الاساسي هو عن طريق الجهاز البولي (التبول). وكمية الماء المطروحة مع البراز تعتمد على تركيب عليقة التغذية الى حد كبير.

جدول (٦-١) يوضح فقد الماء من الجسم عن طريق الجهاز البولي لمختلف الحيوانات الزراعية

الحيوان	كمية الماء المطروحة مع البول لتر / يوم
الحصان	٢-١١
الابقار	٥-١٤
الاغنام والماعز	٢-٥
الخنزير	٢-٦

واخراج الماء عن طريق الجلد والرئتين يعتمد على درجة حرارة المحيط والتنظيم الحراري خاصة عن طريق التعرق. يتم تنظيم ايض الماء بواسطة النشاط المتبادل لمجموعة من الانعكاسات العصبية وميكانيكية الهرمونات حيث تشترك بالدرجة الاساس الكليتين والميكانيكيات المشتركة في استقبال الماء. كذلك يتم تنظيم الماء في بلازما الدم وكمية الماء خارج الخلايا وداخلها بالاعتماد على الضغط التناضحي Osmotic Pressure والتركيب الاليكتروليتي electro lytes لسوائل الجسم. وتضطلع الكليتين بدور مهم في المحافظة على التوازن المائي ففي حالة وجود كميات كبيرة من الماء او الاملاح في الجسم فان الكليتين تطرح قسم منها وبهذه الطريقة يمكن المحافظة على الضغط التناضحي لبلازما الدم لكي يساوي الضغط التناضحي لسوائل الجسم. وعند زيادة كمية الماء او الاملاح في الدم سوف يتغير الضغط التناضحي وهذا يؤدي الى تحفيز المستقبلات التناضحية Osmoreceptors الواقعة في تحت المهاد والتي تحث على افراز هرمونات ضد الادرار Antidiuretic H. فعندما يرتفع الضغط التناضحي لبلازما يحفز افراز هرمون ضد الادرار

وبذلك يزداد اعادة امتصاص الماء من قبل الكليتين الى الجسم مما يؤدي الى ارجاع الضغط التناضحي لبلازما الدم والسوائل خارج الخلايا فيحصل تثبيط في افراز هرمون ضد الادرار مما يودي الى انخفاض اعادة امتصاص الماء في الكليتين وزيادة افراز الماء مع البول . وهرمونات قشرة الغدة الكظرية المعدنية minerale certiciodhormones تلعب دورا مهما ايضا في امتصاص الماء وبعض الايونات في الكليتين فعند ارتفاع تركيز الهرمونات المذكورة في الدم يحصل زيادة في امتصاص ايونات الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- وبهذا يرتفع الضغط التناضحي لبلازما الدم والسائل بين الخلايا .
Interstitial fluid مما يؤدي الى عبور السائل داخل الخلايا Intracellular. fluid الى الخارج extracellular fluid ويكون مركز تنظيم التوازن المائي في تحت المهاد على ارتباط دقيق مع المركز المسؤول عن التنظيم الحراري والغذائي وكذلك مع الميكانيكيات المشتركة في الدورة الدموية والتبادل الايوني للمعادن وغيرها . لذا يلاحظ بان هناك مجموعة من الوظائف لجميع هذه الاجهزة التي ذكرت هدفها هو تحقيق ايصال الماء والاملاح بالكميات الضرورية لسير عمليات الايض الطبيعية .

ايض المواد المعدنية Minerals metabeliom

يمكن ان نشاهد ٤٠ نوع من المعادن في جسم الحيوانات وتلعب هذه دورا مهما في عمليات الايض التي تجري داخل الجسم حيث تشترك في تكوين النسيج العظمي وتركيب الكثير من المواد العضوية والانظمة الانزيمية Enzymatic systems اضافة لذلك فانها اساسية في المحافظة على توازن الضغط التناضحي في الانسجة والعمل الفسيولوجي للمواد المعدنية معقد جدا حيث تكون وظائف بعض المعادن متشابهة وهي متآزرة في الفعل Synergistic والبعض لها وظائف متضادة antagonist ففي حالة وجود كمية كافية من الكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg في الجسم فان حاجة الجسم الى المنغنيز Mn تنخفض ولكن بنفس الوقت فان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم لاتشترك في العمليات الحيوية بدون وجود المنغنيز في حالة عدم وجود ايونات النحاس Cu^{++} فان الحديد لايشترك في تكوين جزيئات الهيموغلوبين. كذلك يوجد تضاد بين هذه الايونات مثال ذلك في حالة ارتفاع تركيز كلوريد الصوديوم سيحصل عدم انتظام في الوظائف الطبيعية للجسم . ولكن عند نسبة محددة بين ايونات الكالسيوم

والبوتاسيوم من جهة مع كلوريد الصوديوم من جهة ثانية يزال الفعل الضار للاخير. وعندما تنخفض كمية المعادن في العليقة بشكل كبير عن الحاجة الطبيعية والفعلية للحيوان فانه يحصل ارتباك في الكثير من العمليات الحيوية. كذلك تقود عدم الكفاية النسبية للمواد المعدنية الى انخفاض الانتاجية في الحيوان او اذا زاد تركيزها او اعطيت على شكل جرعات او بكميات عالية فانها تقود الى التسمم toxicosis من العوامل التي تؤثر على ايض المواد المعدنية كل من قيمة الطاقة والمحتوى البروتيني للعليقة، السليلوز. الفيتامينات، المضادات الحيوية، مضادات التاكسدات والانزيمات. ولذلك فان محتوى العليقة من المواد المعدنية يجب ان يكون متطابق مع الخواص الفسلجية والانتاجية للحيوان وتبعا الى كمية وتركيز المواد المعدنية في الجسم يمكن ان تقسم الى :-

١. المعادن ذات التركيز العالي macro elements
وتركيزها في الجسم هو ١٠-^{٢} غم وتشمل الكالسيوم، الفسفور، الصوديوم، الكلور، المنغنيز، الكبريت، الحديد.
٢. المعادن ذات التركيز الواطئ microelements تركيزها في الجسم هو ١٠-^{٣} ١٠-^{٦} غم وتشمل، النحاس، الخارصين، الكوبلت، المولبيديوم، Mo، اليود، البروم، Br، الفلورين F، السيزيم، Cs، الروبيديوم Rb الكروم cr النيكل، Ni، السترونتيوم Sr.
٣. المعادن ذات التركيز الواطئ جدا ultramicroelements تركيزها في الجسم اقل من ١٠-^{٦} وتوجد بتراكيز منخفضة جدا واكثرها تكون عبارة عن سموم معدنية. وتشمل الارسنك، As، البريليوم Be، البسموث Bi، الكادميوم Cd، الزئبق Hg، السلينيوم Se.

المعادن ذات التركيز العالي :

الكالسيوم Ca- كميته تكون اعلى من جميع العناصر المعدنية في جسم الحيوانات اذ تبلغ حوالي ٠,٧-٠,٨٪ من الوزن الكلي. وهو يرتفع بتقدم عمر الحيوان. ويؤدي الكالسيوم مجموعة مهمة من الوظائف الفسلجية ففي الحيوانات الفقرية يشترك في بناء

الجهاز الدعامي الداخلي (الهيكلي) وفي الطيور يشترك في بناء قشرة البيضة ايضا . ويمثل النسيج العظمي مخزنا احتياطيا للكالسيوم . ويحافظ على المستوى الثابت للكالسيوم في الدم بواسطة اشتراك هرمون الغدة جارات الدرقية والذي له القدرة (اي الهر مون) على استرجاع ايونات الكالسيوم من الجهاز العظمي وبشكل سريع . ويلعب الكالسيوم دورا مهما في المحافظة على الحالة الصحية للحيوان وعلى العمل الطبيعي للجهاز العصبي من خلال تخفيضه تهيجا وكذلك يقلل من نفاذية الاوعية الدموية الشعرية Capillary blood Vessels . وايونات الكالسيوم توثر على عمل القلب وتسبب تقلص عضلته كذلك على تخثر الدم وتنشيط بعض الانزيمات وتثبيط اخرى وايضا تؤثر على تكاثر وانتاجية الحيوانات والطيور الزراعية . ويمتص الكالسيوم الموجود مع الغذاء في القناة الهضمية وتحت تأثير حامض الكلوريك للعصارة المعدية تتحول مركبات الكالسيوم الى كلوريدات والتي تتحلل بسهولة الى ايونات الكالسيوم وتمتص من جدران الامعاء . وتكون عملية انتقال ايونات الكالسيوم خلال جدران الامعاء عملية نشطة تنجز بمساعدة عمليات الفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation ويعتمد امتصاص الكالسيوم على ذوبان المركبات الاخرى وعلى وزنها الجزيئي واعلى امتصاص واحتباس يحصل للكلوريدات ويتبعها الاسيتات ، اللاكتات والكلوكونات ويعتمد امتصاص واحتباس الكالسيوم على عمر الحيوان ويحفز فيتامينD امتصاص الكالسيوم وتكوين المادة العظمية ويؤثر على امتصاص الكالسيوم في الامعاء كل من تركيب وكمية البروتينات في العليقة ومحتواها من المضادات الحيوية والحوامض الامينية وكذلك بعض المركبات المعقدة المتكونة مثل السترات Citrates والاكسالات oxalat وغيرها . ويصل الكالسيوم الممتص الى الكبد ومن هناك الى الدم . هرمون جار الدرقية Parathyroid يؤدي الى ارتفاع تركيز حامض الليمونيك Citric acid في النسيج العظمي الذي بدوره يحفز على تحلل السكر وعملية تحلل السكر تنشط عملية اخرى هي عملية صناعة حامض اللبنيك . هذه الحوامض تسبب تحول فوسفات الكالسيوم غير الذائبة الى فوسفات الكالسيوم الثنائية dicalcium phosphate التي تتصف بسهولة اتحادها وانفصالها لايون الكالسيوم . اضافة لهرمون جار الدرقية المفرز من الغدد جارات الدرقية فان هرمون الكالستونين Calcitonin يؤثر كذلك على ايض الكالسيوم مسببا تثبيط عملية هدم وامتصاص العظم في خلايا ناقضة العظم Osteoclast كذلك يخفض من تحلل المعادن في المادة العظمية . فكلا

الهرمونين عملهما يناقض الاخر فهرمون جار الدرقية له فعل رفع مستوى الكالسيوم في الدم عن طريق ثلاث طرق رئيسية هي : -

١ . تعزيز أعادة أمتصاص العظام resorption .
٢ . تسهيل عملية اعادة امتصاص الكالسيوم reabsorption في الكليتين.
٣ . تعزيز امتصاص الكالسيوم من الامعاء. اما هرمون الكالستونين فتاثيره معاكس على ماذكر اعلاه .

ومما تجدر الاشارة اليه انه يتقدم الحيوان بالعمر فان هرمون الكالستونين يقل تاثيره في عملية تنظيم الكالسيوم ، ومن الغدد التي لها علاقة كذلك في ايض الكالسيوم كل من الغدة النخامية والغدد الجنسية. من الممكن مشاهدة الكالسيوم في الدم على هيئتين الاولى تكون غروية مرتبطة مع البروتينات والاخرى حرة التي بامكانها ان تمر خلال الغشاء الخلوي والتي تمثل الشكل الفعال الحيوي للكالسيوم. يصل الكالسيوم الى الانسجة في الحالتين اما مرتبط مع البروتينات او حر على هيئة ايونات . وتوثر ايونات الكالسيوم في اتمام عملية تحفيز الانسجة العصبية والعضلية. ويتم طرح الكالسيوم في الحيوانات المجترة بالدرجة الاولى مع البراز في حين تطرحه الطيور مع البول بالدرجة الاولى.

جدول (٦-٢) تأثير العمر على امتصاص واحتباس الكالسيوم في الماشية

عمر الحيوان (شهر)	المتناول في اليوم (غم)	نسبة الممتص الى المتناول (٥/٥)	نسبة الممثل الى المتناول (١٪)
١	٧,٤	٩٨	٩٧
٦	٢٠,٨	٤١	٣٨
١٥-٢٤	٢٢,٢	٣٤	٣١
٢٥-٣٤	٢٦,٦	٣٦	٣١
٣٦-٣٧	٢١,٥	٣٤	٢٨
١٤٤-١٩٠	١٨,٨	٢٢	١٦

الفوسفور P :- يوجد الفسفور في جميع انسجة الجسم وكميته تتراوح بين ٠,٦ - ٠,٩٪ من الوزن الكلي للجسم. ويشترك الفوسفور في بناء العظام والاسنان ويدخل في تركيب الفوسفور لبيدات Phospholipids ، والفوسفو بروتين Phosphoprotion وكذلك في تركيب جزيئة ثالثة فوسفات الادينوسين Adenosin triphosphate وثاني فوسفات الأيدنوسين Adenosin diphosphate وكذلك في بقية المركبات الغنية بالطاقة. ويوجد ايضا في بناء الجزيئة البلازمية او النووية للحوامض النووية DNA RNA. ويشترك الفوسفور عن طريق الاورثوفوسفوريك Ortho – phos phoric في اعادة امتصاص ايض السكريات. ويشترك الفوسفور في الدواجن في تكوين الفيتالين Vitelim لبياض البيض ومثيله في مصل الدم. وفي جسم الحيوانات تلعب الفوسفاتات Phos phates دورا مهما في تكوين نظام الداري Buffer System الفوسفوري في الدم. ويرتبط الفوسفور مع مركبات عضوية عديدة ويمتص بشكل جيد بعد التحلل الانزيمي لهذه المركبات في الجهاز الهضمي.

تكون عملية انتقال الفوسفور خلال الغشاء المخاطي للامعاء mucous نشطة ومرتبطة مع حصول عملية الفسفرة التاكسدية وتنجز عكس اتجاه تركيزه وتؤدي الكميات العالية في العليقة الى تكوين الاملاح المعقدة للكالسيوم والفوسفور التي تمتاز بصعوبة التحلل. ويعتمد امتصاص وهضم الفوسفور على عدة عوامل فعمر الحيوان له دور كبير في ذلك وبتقدم العمر تخفض درجة استخدام الفوسفور من قبل الجسم. ومحتوى المواد المعدنية وفيتامين D يساعد على امتصاص الفوسفور واستخدامه في بناء النسيج العظمي. ويجب اعطاء اهمية خاصة لنسبة الكالسيوم الى الفوسفور في عليقة الحيوانات وتشترك املاح حامض الفوسفوريك المارة عبر الطبقة الظهارية للامعاء في عمليات الفسفرة وتصل الى الكبد حيث يتبقى جزء منها هناك في صيغة مركبات غير عضوية ويتم عبورها باستمرار الى الدم.

كمية الفسفور غير العضوي الحر الموجود في السائل النسيجي وبلازما الدم قليلة وبغض النظر عن ذلك فان الفوسفور يشترك في المحافظة على التوازن الديناميكي للفوسفور في الاعضاء والقسم الاعظم من الفوسفور الموجود في الدم يكون مرتبطا مع البروتينات الحاوية على الكبريت ويذهب من الدم الى العظام وبقية الانسجة والاعضاء حيث يرتبط هناك بشكل سريع مع جزيئة A TP وكرياتين فوسفات في فوسفولبيد ، فوسفوبروتين وغيرها.

المغنسيوم Mg . يقدر محتوى المغنسيوم في جسم الحيوانات بحوالي ٠,٠٤ - ٠,٠٥ ٪ من وزن الجسم . ففي البقرة التي وزنها ٥٠٠ كغم فان كمية المغنيسيوم تقارب ٢٠٠ غم توجد ٦٢ ٪ منها في العظام و ٢٥ ٪ في العضلات ، ١٢ ٪ في بقية الانسجة و ١ ٪ في سائل خارج الخلايا . يلعب المغنيسيوم دورا وظيفيا وتركيبيا مهما في جسم الحيوانات فهو يدخل في تركيب العظام ويكون على هيئة كاربونات المغنسيوم وفوسفات ثلاثي المغنيسيوم ويلعب دورا في العديد من عمليات الايض فهو يكون عامل منشط activator لمجموعة كبيرة من الانزيمات ويشترك في تركيب واتحاد الاكتين Actin مع المايوسين Myosin وتكوين معقد نشط هو معقد البروتين - ايونات المغنيسيوم protein complex - Mg^{+} الذي يساعد على انجاز تقلص العضلات وللمغنسيوم دور كبير في عملية تحلل ATP وتحرير الطاقة الحرة الضرورية للنشاط العضلي . والايونات الموجبة للمغنسيوم تشترك ايضا في عمليات الفسفرة التاكسدية في المتقدرات للخلايا . ويساعد المغنسيوم على عملية صناعة البروتين وينشط على انزيم الفوسفات القلوية Alkalina phosphatase التي بموجبها يوثر على عملية تكون العظام في الجهاز العظمي . وتلعب ايونات المغنيسيوم دورا مهما في عمليات الهضم في الجزء قبل المعدي في الحيوانات المجترة حيث تقوم بتنشيط الانزيمات الموجودة في البكتريا وعند انخفاض محتوى المغنسيوم في الجسم يحصل اضطراب عصبي ونتيجة لذلك يظهر مرض الكزاز العشبي grass tetany ومن المعروف ان المواد العلفية الخضراء وخاصة في الربيع تكون فقيرة في املاح المغنسيوم حيث نقصه في العليقة يؤثر على الانتاج . ويتم في المعدة امتصاص جزئي ويحدث ذلك بعد تأينه من قبل حامض الكلوريك ولكن عملية امتصاصه تتم بشكل رئيسي في الأثني عشر بواسطة عملية الانتشار والنقل الفعال . والعوامل المؤثرة على أمتصاصه هي نفس العوامل الموثرة على امتصاص الكالسيوم تقريبا . ومن المركبات غير العضوية للمغنسيوم التي تمتص بشكل جيد وسهل هو كلوريد المغنسيوم والتي تمتص بشكل صعب هو سلفات المغنسيوم ويصل المغنسيوم الممتص الى الكبد ومنه ينقل الى العضلات والنسيج العظمي . المغنسيوم يوجد داخل خلايا الانسجة الطرية بحالة غير مرتبطة ولكن في العظام يوجد بحالة فوسفات ثلاثي المغنسيوم trimagnesium Phosphate وكاربونات المغنسيوم mgnesium carbonate

البوتاسيوم K

يمكن ان يشاهد البوتاسيوم ، في الجسم بشكل رئيسي على هيئة كلوريدات او فوسفات البوتاسيوم ومحتواه العام يقارب ٥٥ - ٦٠ ملي مكافيء / كغم وزن حي . ويشترك البوتاسيوم في المحافظة على الضغط التناضحي والتعادل الحامضي - القاعدي acid-base balance

وعمليات الايض التي تجرى في الجسم. ويوجد بكثرة في الخلايا وبكميات قليلة في السائل البيني للخلايا. ويرتبط البوتاسيوم داخل الخلايا مع المركبات الكاربونية وكذلك مع استرات حامض الفوسفوريك ويشترك البوتاسيوم في عمليات صناعة الكلايكوجين والبروتينات. وتعيق ايونات البوتاسيوم عمل القلب. محتوى الاعلاف النباتية من البوتاسيوم عالي وتكون على هيئة املاح وبعض الحوامض العضوية. عملية امتصاص البوتاسيوم في الجهاز الهضمي غير واضحة بشكل تام وانتقاله عبر الغشاء الخلوي ينخفض عندما تثبط عمليات الايض الخلوية. المخزن الرئيسي للبوتاسيوم في الجسم هو النسيج العضلي الذي يحتوي على ٦٥٪ من المحتوى العام له وتزداد كميات البوتاسيوم في حالة عمل العضلات ويتم التايض العالي للبوتاسيوم في العضلات، الكبد والكليتين. طرح البوتاسيوم في الحيوانات الثدية يكون مع البول بشكل رئيسي في حين في الطيور يكون مع البراز وعموما فان الحيوانات الزراعية لاتعاني من نقصه لانه يوجد في العلائق بتراكيز كافية باستمرار وبوفرة.

الصوديوم Na: يكون محتواه في جسم الحيوانات الزراعية بحدود ٤٥–٥٠ ملي مكافيء/كغم من الوزن الحي. ويعتبر الصوديوم الايون الموجب الرئيسي لبلازما الدم والسوائل الجسمية الذي يلعب دورا مهما ومميزا في المحافظة على الضغط التناضحي. وتساعد ايونات الصوديوم على انتفاخ الغرويات في الخلايا، كذلك توثر على عمليات التحفيز العضلي–العصبي. وتمتص املاح الصوديوم بشكل سريع في الجهاز الهضمي وتعتمد درجة امتصاصها على الضغط التناضحي والايونات السالبة التي ترتبط بها. وباستثناء الامعاء الدقيقة فالصوديوم يمكن ان يمتص في منطقة قبل المعدة الحقيقية في الحيوانات المجترة وبعد امتصاصه ياخذ بالانتشار بشكل سريع خلال الشعيرات الدموية وتنقل كمية لاباس بها الى النسيج الرابط، الجلد، والتي تلعب دورا كمخازن للماء. ويتالف الصوديوم في جزئين هما المتغير والثابت فالجزء الثابت من الصوديوم يقع بالدرجة الاولى في النسيج العظمي ويمثل حوالي ٢٠–٣٠٪ من المحتوى الكلي للصوديوم في الجسم ويتم طرح الصوديوم في الحيوانات الثديية بالدرجة الاولى مع البول وهذا يعتمد على الكمية المرشحة والمعاد امتصاصها في الاقنية الكلوية. وعملية ايض الصوديوم والبوتاسيوم تقع تحت تأثير هرمونات الغدة الكظرية وخاصة هرمون الالدوسترون Aldosterone الذي يزيد من اعادة امتصاص الصوديوم ويخفض من اعادة امتصاص البوتاسيوم في الكليتين

في حالة نقص الصوديوم في سوائل الجسم وبلازما الدم ترتفع عملية اعادة امتصاصه بينما تنخفض اعادة امتصاص البوتاسيوم لكي تعاد الموازنة بين الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم. اما في حالة ارتفاع تركيز الصوديوم في بلازما الدم فان اعادة امتصاصه في الكليتين تنخفض بينما ترتفع بالنسبة الى البوتاسيوم وبذلك فان الكليتين تنظم العلاقة الطبيعية بين الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم باستمرار ونقص الصوديوم في العليقة يخفض شهية الحيوان ونموه وانتاجه.

الكلور CL : محتوى الكلور في الجسم يتراوح ٢٠-٥٠ ملي مكافيء/كلغم وزن حي. يشترك الكلور في المحافظة على الضغط التناضحي وكذلك التعادل الحامضي-القاعدي في الجسم. ويشترك الكلور في عملية تكوين حامض الكلوريك في الغدد المعدية وتحلل العصارات الهضمية املاح الكلور الموجودة في العليقة المتناولة بسرعة ويتم امتصاصها بشكل كبير في منتطقة الأمعاء الدقيقة وكما هو الحال في الصوديوم فان الكلور يتجمع في لكبد وخلال الدم ينقل من الكبد الى مختلف الاعضاء والانسجة ومن هناك يمر بالدرجة الاولى الى السائل البيني الخلوي الذي يحوي على حوالي ٨٨٪ من مجموع الكلور والموجود في الجسم. ويتم افراز الكلور من الجسم في الظروف الطبيعية مع البول وفي الحيوانات الحلوب يتّم افراز قسم من الكلور مع الحليب وفي الحيوانات ذات الغدد العرقية المتطورة ويطرح الكلور والبوتاسيوم بكميات لاباس بها مع العرق ويلاحظ ان تركيز الكلور في العرق يكون مساويا لتركيزه في بلازما الدم. وفي حالة ارتفاع طرح الكلور عن طريق العرق والبراز فان طرحه مع البول ينخفض وزيادة افراز هرمون الالدوسترون يرفع في اعادة امتصاص الكلور في الكليتين.

الكبريت S : يكون محتوى الكبريت في جسم الحيوانات منخفض حيث يتراوح ٠,١-٠,٢ ملغم ٪ ويلعب الكبريت دورا مهما فهو يشترك في تركيب بعض الحوامض الأمينية مثل الميثايونين/ السستين ويشترك في تركيب جزيئة البايوتين والتايمين كذلك في جزيئة هرمون الأنسولين ومن خلال مجاميع SH يشترك الكبريت في عمليات الأكسدة الاختزالية Oxid ation – Reduction التي تحدث في الجسم. ويعتبر الغذاء اكبر ممول للكبريت الذي يكون على هيئة مركبات لاعضوية (سلفات). يمتص الكبريت في منطقة الامعاء الدقيقة بالدرجة الاولى وفي الكبد يتم تصنيع الحوامض الامينية الحاوية على

الكبريت وكذلك حوامض الصفراء bile acids وبعض المركبات العضوية الحاوية على الكبريت. ويتم طرح الكبريت غير العضوي من الجسم عن طريق البول على هيئة مواد عضوية مثل الاندول Indole والسكاتول Skatole وغيرها ويطرح الكبريت ايضا مع البراز من الثابت انه في الاغنام يتم طرح حوالي ٧٥٪ من الكبريت عن طريق البول و ٢٣٪ عن طريق البراز ومع الصوف ١,٥-٢٪ ويطرح الكبريت من الجسم بشكل سلفات لاعضوية بصورة رئيسية وكميات قليلة على هيئة سلفات عضوية وتكون الاغنام اكثر الحيوانات الزراعية حساسية للكبريت وذلك لاهميته في تكوين الصوف وافرازات الغدد الدهنية. هذا وتؤثر هرمونات الغدة الكظرية والدرقية على ايض الكبريت.

العناصر ذات التركيز الواطئ Micrso elements

الحديد Fe : يتراوح محتوى الحديد في جسم الحيوان من ٣٠-٦٠ ملي مكافيء/كغم من وزن الجسم الحي. يوجد بشكل رئيسي في الهيموغلوبين والمايوغلوبين ومن خلالها يشترك في عملية التبادل الغازي. وتخزن كمية محددة من الحديد في الكبد على هيئة حديدين Feritin الذي يستخدم في تكوين كريات الدم الحمراء ويشترك جزء من الحديد في تركيب بعض الانزيمات مثل Peroxidase, Ctyochrome Oidase , Catalase وغيرها والتي من خلالها تؤثر على عمليات الايض المختلفة. وتتحل في الجهاز الهضمي المركبات المعقدة للحديد وتحت تأثير حامض الكلوريك والببسين Pepsin ويتحول الحديد الثلاثي التكافؤ الى ثنائي التكافؤ ويمتص الحديد بشكل رئيسي في منطقة الاثني عشر والمعي الصائم Jejunum وهذا الامتصاص ينخفض في حالة انخفاض محتوى حامض الكلوريك في العصير المعدي وكذلك تؤدي الكميات العالية للفوسفات الموجودة في العليقة الى خفض امتصاص الحديد بسبب النشاط المتبادل للحديد مع الفوسفات. ويؤدي ذلك الى تكوين مركبات فوسفورية وكذلك يعتمد امتصاص الحديد على كميته في العليقة بالدرجة الاولى فقد اثبت في حالة احتواء العليقة على نسبة قليلة منه فان نسبة امتصاصه تزداد لتعويض عن نقصه هذا وعندما تزداد احتياجات الجسم للحديد (الحمل وغيرها) فان عملية امتصاصه في الجهاز الهضمي تنشط وتنظم هذه العملية بوساطة مستوى الحديد الموجود في خلايا البطانة الشبكية reticulo endothelial cells لنخاع العظم الكبد، الطحال والامعاء الدقيقة. ويؤدي المستوى المرتفع لكل من الكالسيوم في العليقة وفيتامين

B12 والبروتين المخاطي mucoprotien الى انخفاض نسبة امتصاص الحديد ويلعب الكبد دوراً مهماً في علمية ايض الحديد. ومن الثابت انه هناك توازن ديناميكي بين ترانسفيرين transferrin الدم وحديدين Ferritin الطبقة المخاطية للامعاء والكبد. فالحديد المتحرر نتيجة لتحلل كريات الدم الحمراء يستخدم مرة اخرى في تكوين الهيموغلوبين في الجسم. الحديد قبل ان يصل الى الجنين يتحول من ثلاثي التكافؤ الى ثنائي التكافؤ لانه بهذه الصيغة يستخدم بشكل افضل في تكوين الحديدين والهيموسدرين hemosiderin في السخد Placenta وحاجة الحيوانات المختلفة من الحديد متباينة وتعتمد على العمر، الحالة الفسلجية وغيرها. اكثر الحيوانات استهلاكاً للحديد هي المواليد الحديثة ويؤدي النقص المستمر في الاحتياطي او المخزون من الحديدين في الكبد وايضاً التركيز القليل للحديد في الحليب الى ظهور فقر الدم الفسلجي Physiologic anemia ويلاحظ ذلك خاصة في المواليد الحديثة في الخنازير عند عمر ٢ – ٦ اسبوع. ويسيطر على عملية ايض الحديد من قبل بعض الغدد الصماء فعند استئصال غدتي النخامية والكظرية فأن كمية الحديد في الدم تنخفض وعند احداث خلل في عمل الدرقية فأن ارتباط الحديد بنخاع العظام ينخفض ويطرح الحديد من الجسم من خلال المرارة والبول بالدرجة الاولى.

النحاس Cu : –

النحاس يلعب دوراً مهماً في عملية ايض المواد ويدخل في تركيب وتنشيط بعض الانزيمات كذلك يساعد النحاس على ارتفاع تركيز الهرمون المغذى الجنسي gonadotro-phic hormone المفرز من الغدة النخامية وكذلك يؤدي الى زيادة نشاط الهرمونات الجنسية. النحاس لايدخل في تركيب الهيموغلوبين ولكنه ينشط ارتباط الحديد مع الهيم Heme وبهذا يحفز عمليات تكوين كريات الدم الحمراء erythropoiesis وبذلك فنقصه يؤدي الى عدم حصول النضج الطبيعي لكريات الدم الحمراء ويتم امتصاص النحاس على طول الجهاز الهضمي تقريباً ولكن اكثره يتم في المعدة ومن ثم في الاثني عشري والمعي الصائم وامتصاصه يثبط من قبل املاح الكالسيوم، الحديد، موليبيدات والزنك وينشط عندماتحوى العليقة على مضادات حيوية. المخزن الرئيسي للنحاس هو الكبد ومنه يمر بأستمرار الى الانسجة وحوالي ٨٠٪ من النحاس يكون على هيئة seruloplasm التي

تكون مرتبطة مع غلوبينات الدم من نوع α و β ومع الالبومينات. وهذه المركبات ليس لها نشاط تأكسدي ويمكنها ان تنتشر خلال الاغشية الخلوية ويكون النحاس في خلايا الدم الحمراء معقد مع البروتينات يدعى هيموكبرين Hematocuprein. وفي الكبد يكون هيماتوكبرين Hematocuprein ويطرح النحاس من الجسم من خلال المرارة، العصير المعدي، البول والحليب في الحيوانات الحلوب.

الكوبلت Co :

كمية الكوبلت في الجسم قليلة ولكن اهميتها الفسلجية كبيرة فهي مرتبطة في جزيئة فيتامين B12 الضرورية لعملية تكوين الدم في الجسم. وتأثير الكوبلت غير واضح بشكل دقيق ويعتقد ان الكوبلت يحيط بمجاميع SH لحامض السستين وكلوتاثايونين glutathionine وبذلك يثبط التنفس النسيجي وترتفع عملية تكوين الهيموغلوبين في كريات الدم الحمراء. ويمتص الكوبلت بشكل رئيسي في المعدة والامعاء والدراسات المتعلقة في Co^{60} اوضحت ان قسم كبيرة منه يحجز او يستحوذ عليه من قبل المايكروفلورا في الجزء قبل المعدي في الحيوانات المجترة ويستخدم في صناعة فيتامين B12. وفي حالة نقص الكوبلت في العليقة فان عملية صناعة B12 تنخفض وفي الحيوانات الصغيرة فان نقص B12 يؤدي الى توقف النمو. ويؤدي عند البالغة الى انخفاض الانتاج. الكوبلت يطرح خارج الجسم مع البول بدرجة كبيرة ثم مع البراز والحليب.

الزنك Zn :

الدور الفسلجي للزنك متشعب ففقدانه يؤدي الى ضعف في النمو وانخفاض انتاج الحيوانات الزراعية ويعمل الزنك على تنشيط الغدد الصماء فوجوده بتراكيز عالية في غدد البنكرياس، النخامية، والتناسلية وغيرها ساعد في عملية تكوين هرمونات الانسولين، الجنسية ومغذيات الجنس ويدخل الزنك في تركيب الكثير من الانزيمات مثل dehydrogenase, carbon hydrase و Carboxy peptidase. وعند نقصه في العليقة المقدمة الى الطيور فأن نسبة الفقس تنخفض بشكل كبير ويكون نمو الطيور والريش بطيئاً وعند الحيوانات المجترة يؤدي نقص الزنك الى ظهور امراض جلدية (الاكزيما eczema)

كذلك نقص في الانتاج. اما الخنازير فأنها تصاب بمرض الباراكيراتوسس Parakeratosis يصل الزنك الجسم بشكل رئيسي عن طريق الغذاء ويؤدي وجود كميات كبيرة من الكالسيوم والفوسفور في الغذاء الى خفض امتصاصه الذي يحصل في منطقة الامعاء الدقيقة بشكل رئيسي. الزنك يطرح من الجسم عن طريق البراز بشكل رئيسي وعن طريق البول بكمية بسيطة وكميات قليلة جداً منه تطرح مع الحليب والبيض.

المنغنيز Mn :

المنغنيز ضروري جداً لجميع الحيوانات وخاصة الطيور ودوره الفسلجي واسع جداً فهو يدخل في التأثير على الايض الحيوي من خلال اشتراكه في تركيب بعض الانزيمات ودوره كمنشط في انزيمات اخرى ويساعد على النمو وهو ضروري للغدد الصماء ويشترك في الوظائف التناسلية للجسم ونقصه في العليقة يؤثر بالدرجة الاولى على النسيج العظمي والنشاط العضلي والاعضاء التناسلية الدواجن تحتاج المنغنيز بشكل مرتفع وذلك لاشتراكه في عملية الفسفرة التأكسدية. ويتم امتصاص المنغنيز بالدرجة الاولى في الامعاء الدقيقة التي تكون ابطأ بكثير من عملية امتصاص الكالسيوم وعند حقن عنصر المنغنيز المشع فانه يعبر بسرعة خلال السخد وتركيزه يرتفع داخل الجنين. ويطرح المنغنيز خارجاً بشكل رئيسي عن طريق القناة الهضمية.

اليود I :

يتعلق الدور الرئيسي لليود بوظيفة الغدة الدرقية او يدخل في تركيب هرمونات الدرقية التي تؤثر على النمو، التكاثر، التنظيم الحراري، الايض الحيوي للبروتينات والدهون والجهاز العصبي المركزي وغيرها ويسبب نقصه في عليقة الحيوانات اضطراباً في نموها والى ظهور مرض الدراق goiter في الانسان والماعز ونقص اليود في الأغنام يؤدي الى ظهور نقص حاد في انتاج الصوف اضافة الى ردائته وله اهمية كبيرة في الحيوانات الحلوب وذلك بمساعدتها في تصنيع مركبات الحليب وخاصة المواد الدهنية. وهو ايضاً يؤثر في صناعة البروتينات في الجسم ويحفز القدرة المناعية له. ويحصل الجسم على اليود من الغذاء بالدرجة الاولى وكذلك عن طريق ماء الشرب بكميات قليلة. ويحدث امتصاصه في الامعاء.

واوضحت الدراسات التي تمت باستخدام (I) ¹³¹ بان نصف اليود الممتص يرتبط داخل الغدة الدرقية ومن هناك ينتقل بواسطة الدم الى الخلايا . يرتبط اليود في الغدة الدرقية مع النواتج المختلفة للتايروسين tyrosine ويؤثر هرمون مغذى الدرقية thyrotrophic hormone المفرز من الغدة النخامية وكذلك الجهاز العصبي المركزي في الايض الحيوي لليود في الغدة الدرقية ويطرح اليود بالدرجة الاساس مع البول وكميات قليلة منه تطرح مع البراز (المتأينة من المرارة وكمية قليلة من اللعاب ومن عصير المعدة والبنكرياس) ومايطرح مع الحليب والبيض فهو قليل جداً.

السلينيوم Se :

الدراسات المتعلقة بالدور الفسيولوجي للسلينيوم قليلة ولكن اوضحت هذه الدراسات ان تركيزه المرتفع في علائق الحيوانات يؤدي الى مايعرف بمرض القلوية Alkali disease الذي يتصف بانخفاض الشد العضلي ، فقر الدم واضطراب عمل الكبد. ويمتص السلينيوم في الطيور في الغدة المعدية ، الامعاء الدقيقة والغليضة وتؤثر على عملية الامتصاص كل من كمية وقابلية الذوبان لمركبات السلينيوم وبعض المواد المعدنية الاخرى مثل الحديد والكبريت. قسم من السلينيوم الموجود في الدم يرتبط مع الالبومين والقسم الآخر يرتبط مع بيتا β وكاما γ كلوبيولين لبلازما الدم. وفي الانسجة فان السلينيوم يوجد بالدرجة الاولى في البروتينات ويتجمع في الاعضاء التناسلية ويطرح بالدرجة الرئيسية مع البول جزء يسير منه مع البراز والحليب.

الفيتامينات Vitamines :

الفيتامينات عبارة عن مواد بايولوجية فعالة تنشط العمليات الايضية التي تجرى داخل الجسم. وهي تلعب دوراً مهماً في السير الطبيعي للعمليات الفسلجية. وفي حالة الفقدان الكامل لاحد الفيتامينات في غذاء الحيوان تحصل حالة مرضية تعرف بعوز الفيتامينات Ovitaminosis واذا كانت كمياته منخفضة لاتسد حاجة الجسم فتسمى بنقص الفيتامين hupovitaminosis وفي كلتا الحالتين يحصل خلل في العمليات الايضية وبالتالي يؤثر على انتاج الحيوانات الزراعية ويمكن ظهور الحالتين (عوز ونقص الفيتامين) في الحيوان على الرغم من توفر الفيتامينات الكافية له في العليقة وهذا ربما يعود الى انخفاض عمليات

امتصاصها داخل الجهاز الهضمي : وبالاعتماد على درجة ذوبان الفيتامينات يمكن تقسيمها الى مجموعتين رئيسيتين هما : - المجموعة الذائبة بالدهن والمجموعة الذائبة بالماء وبغض النظر عن طبيعة ذوبانها فان الحيوانات تحتاج الى كميات قليلة جداً من الفيتامينات مقارنة بما تحتاجه من المواد الغذائية الاخرى هذا وتتأثر بعض الفيتامينات بفعل المعاملات الحرارية او الضوء او عند تعرضها لبعض المعادن (مثل الحديد) اذ يحدث لها عملية اكسدة وبذلك تتحطم وعليه يجب الاخذ بنظر الاعتبار حقيقة ان خزن الغذاء تحت ظروف محددة سيؤثر على الفعالية النهائية للفيتامين.

الفيتامينات الذائبة بالدهن Fat soluble Vitamines :

تشمل كل الفيتامينات K,E,D,A

فيتامين A :

يطلق على فيتامين A من الناحية الكيمياوية اسم ريتانول retanol ويوجد في كبد الحيوانات بكمية متباينة وفي صفار البيض ودهن الحليب والمنتجات النباتية التي تحوي على الكاروتين الذي يعتبر سلف فيتامين Provitamine A تحدث عملية تحول الكاروتين الى فيتامين A في جدار الامعاء والكبد ومن الناحية النظرية فأن كل جزيئة من بيتا-كاروتين β -carotine تتحول بالتحلل المائي الى جزيئتين من فيتامين A ويتركز الدور الفسلجي لفيتامين A باتجاهين رئيسيين هما الاول يتعلق بدوره في نقل التأثير الضوئي من العين الى المخ اما الدور الثاني فيتعلق بوقاية الاغشية المخاطية وكذلك تطوير بنية العظام. واهم الامراض الناتجة من نقص فيتامين A هو العشو الليلي ، الشعر الخشن ، الجلد المتقرن ، فقدان الخصوبة والاجهاض او انتاج عجول ميتة او عمياء او ضعيفة. وفي الدواجن يؤدي نقص الفيتامين الى توقف النمو، الضعف العام نفش الريش انخفاض انتاج البيض ، المشي غير المتوازن وانخفاض نسبة الفقس في البيض.

فيتامين D -

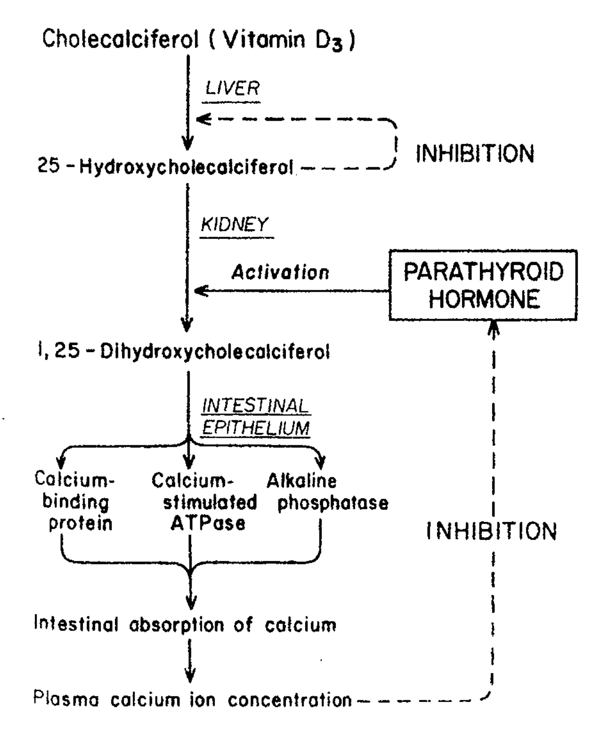
هناك مايقارب عشرة اشكال من فيتامين D واثنان فقط لها اهمية فسلجية وهما ergocalciferol (D2) و Cholecalciferol (D_3) ولضوء الشمس وخاصة الاشعة فوق

البنفسجية دور كبير في تخليقه من مصادره الاولية . وتتركز وظائفه بشكل رئيسي في انها تشترك كطرف مهم في تنظيم عملية ايض الكالسيوم وذلك لانه : -

١ . يزيد من امتصاص الكالسيوم التي تتم عن طريق تعزيز الانتقال الفعال عبر خلايا القناة الهضمية .
٢ . يساعد في السيطرة على ترسيب الكالسيوم واعادة امتصاصه في العظام .
٣ . يرفع من نفاذية خلايا الكالسيوم .
٤ . ينشط في الدواجن عملية صناعة البروتين الحامل للكالسيوم ليساعده في تكوين قشرة البيضة خلال فترة وضع البيض .

ويلخص شكل (٦ - ٤) ميكانيكية امتصاص الكالسيوم وتأثير فيتامين D عليها . فيتامين D نفسه ليس بالمادة الفعالة لذلك فانه يتحول في الكبد والكليتين من خلال سلسلة من التحولات المسيطر عليها بشكل دقيق جداً الى الحالة الفعالة التي هي 1,25 - dihydroxy cholecalciferol وتتم الخطوة الاولى بتحول cholecalciferol (D_3) الى 25 - hydreoy cholecalciferol التي تحدث في الكبد ويسيطر عليها بواسطة التغذية العسكية المثبطة Feedback inhibitary والتغذية .العكسية المثبطة مهمة جداً لسببين الأول لتنظيم 25 - hydroxycholecalciferol في بلازما الدم بشكل دقيق والثانية المحافظة على الاحتياطي الخزين من فيتامين D_3 في الكبد للعمليات اللاحقة . وتبدأ في الكليتين الخطوة اللاحقة وهي تحول الـ 25 - hydroxy cholecalciferol الى 1,25 - dihydroxy cholecalciferol والمركب الاخير هو الشكل الفعال لفيتامين D_3 وتم عملية التحول هذه تحت سيطرة هرمون جار الدرقية . المركب 1,25 - dihydroxy cholecalciferol يلعب ثلاثة ادوار رئيسية في نسيج ظهارة الامعاء وهي .

١ . تعزيز امتصاص الكالسيوم منها عن طريق تكوين البروتين المرتبط بالكالسيوم Calcium - binding protien في سايتوبلازم خلايا ظهارة الامعاء
٢ . تكوين انزيم Calcium - stimulated ATPase في منطقة brush border لخلايا ظهارة الامعاء .
٣ . تكوين انزيم الفوسفات القلوي في خلايا الظهارة .



شكل (٦-٤) فعالية فيتامين (D) في السيطرة على ايض الكالسيوم

ويسيطر على افراز هرمون جار الدرقية بواسطة تركيز ايونات الكالسيوم في البلازما حيث يؤدي ارتفاع الكالسيوم في بلازما الدم الى تثبيط افراز هرمون حار الدرقية حالاً ولهذا فعند فقدان وجود هذا الهرمون لايتكون مركب 1,25– dihydroxy cholecalciferol في الكليتين ويحصل انخفاض في تركيز ايونات الكالسيوم في البلازما نتيجة لميكانيكية التغذية العكسية السالبة negative feed back mechanism ويحصل هذا الانخفاض نتيجة انخفاض تأثير فيتامين D وانخفاض امتصاص الكالسيوم من الامعاء ولهذا يرجع تركيز ايونات الكالسيوم الى مستواها الطبيعي في بلازما الدم. يلعب فيتامين D كذلك دوراً في رفع الكميات الممتصة من عناصر معدنية عديدة مثل المنغنسيوم ، الزرنيخ ، الحديد ، الكوبلت ، الدبليوم ، والسترنيوم مؤدياً الى زيادة ترسبها في العظام. ويسبب نقصه اضطرابات عديدة تقع في مقدمتها الكساح في الحيوانات الصغيرة وتلين العظام في الحيوانات الكبيرة.

فيتامين tocopherol E :

هناك ثمانية اشكال مميزة من فيتامين E وتقسم الى مجموعتين على اساس تفرع السلسلة الجانبية لتركيبها الكيمياوي فينتشر هذا الفيتامين بصورة واسعة في الطبيعة والدور الفسلجي الرئيسي المميز لفيتامين E هو علاقته بالاخصاب وكذلك دوره كمانع لاكسدة الحوامض الدهنية غير المشبعة خاصة حامض اللينولك. ويؤثر فيتامين E على عملية تكوين الهرمونات المغذية الجنسية في الغدة النخامية ، عمليات الاكسدة وتنفس الانسجة ويشترك في صناعة البروتينات النووية بالاستفادة من البروتينات الموجودة في الغذاء ويتم امتصاصه في الامعاء الدقيقة ، ولكي يتم امتصاصه بشكل طبيعي يجب ان تتوفر في العليقة كميات كافية من الدهون وكذلك افراز المرارة يكون طبيعي ويتم طرح فيتامين E بالدرجة الاولى عن طريق البراز وكميات قليلة منه تطرح مع البول ، الحليب ، البيض والجلد يسبب نقصه ضمور في العضلات وتلين الدماغ . encephalomalacia .

فيتامين K :

اهم المركبات الطبيعية لهذا الفيتامين هي K_2,K_1 والدور الفسلجي الرئيسي لفيتامين K هو اشتراكه في علمية تخثر الدم عن طريق مساعدة الكبد في تكوين سابق الخثرين Prothrombin والعوامل X, 1X, V11 الاساسية في تخثر الدم. ويلعب فيتامين K دوراً مهماً في عملية انتقال الالكترونات في عملية الفسفرة التاكسدية وفي الحيوانات المجترة فان الاحياء الدقيقة الموجودة في الجزء قبل المعدى لها القدرة على تصنيع فيتامين K لذلك لاتعاني تلك الحيوانات من نقص في العليقة بعكس الدواجن التي لاتستطيع تخليقه وبذلك عليها ان تحصل عليه من غذائها. اهم اعراض نقصه هو بطأ تخثر الدم ويمتص في الامعاء الدقيقة بدرجة رئيسية بعد ان يتحرر من المركب المعقد مع حامض الكوليك .

الفيتامينات الذائبة في الماء Water soluble Vitamines :

فيتامين الثيامين (B_1) Thiamine : —

وهو مهم جداً لمعظم الحيوانات الفقرية والاحياء الدقيقة فبأتحاده مع ATP يكون Cocarboxylase الذي هو تمم انزيم يستخدم في سحب المجموعة الكاربوكسيلية لحامض البايروفك وبقية الحوامض الكيتونية نوع الفا α-keto acid لهذا فهو يعمل في معظم الانظمة الايضية في الجسم وتستطيع الحيوانات المجترة تصنيعه بواسطة الاحياء الدقيقة في جهازها الهضمي ولاتعاني الخنازير والدواجن من نقصه لانه يوجد بكثرة في الحبوب النجيلية التي تتكون منها عليقتيها. يسبب نقص فيتامين B_1 مرض برى–برى beri–beri في الانسان اضطرابات في الاعصاب والجهاز الهضمي ، تجمع حامض البايروفك وانخفاض تركيز حامض اللبنيك في انسجة الحيوانات مايسبب في ضعف العضلات . كذلك يؤدي نقص الفيتامين الى فقدان الشهية ويؤثر على ايض الدهون.

فيتامين الرايبوفلافين (B_2) Riboflavin :

يمكن تكوينه في جميع المواد الحيوية مثل النباتات الخضراء ، الخمائر، الفطريات ، معظم البكتريا ويتحدالرايبوفلافين عادة في الانسجة مع حامض الفوسفور لتكوين اثنين من تمائم الانزيم وهما -Flavin adenine dinucleotide (FAD), Flavin Mononu cleotide (FMN] وتعمل هذه على التعاقب كحامل للهيدروجين في معظم انظمة التاكسد المهمة التي تجرى داخل الجسم. ويسبب نقص الفيتامين فقدان الشهية ، انخفاض النمو، طفح جلدي وتشوهات العين.

فيتامين البايرودوكسين (B_6) Pyridoxine : —

يكون فيتامين B_6 على هيئة Pyridoxal phasphtc في الخلايا ويعمل كتميم انزيم للكثير من عمليات ايض البروتينات والحوامض الامينية اكثر ادواره اهمية هو عملية كتميم انزيم في عملية انتقال مجموعة الأمين transamination في تصنيع الحوامض الامينية ولهذا فهو يعتبر المفتاح الرئيسي للكثير من عمليات الايض خاصة ايض البروتين. كذلك يعتقد بان له دوراً في عملية انتقال الحوامض الامينية عبر اغشية الخلية . وفيتامين البيرودوكسين

له دور في عملية تكوين الهيموغلوبين ، المايوغلوبين والكرياتنين الذي يلعب دوراً مهماً في تقلص العضلات . ويتم أمتصاصه في الأمعاء الدقيقة بينما طرحه يتم من خلال الكليتين بالدرجة الاولى وكذلك من خلال الغدد العرقية .

ويسبب نقصه التهاب dermatitis الجلد وانخفاض بالنمو، فقر الدم وانخفاض الشهية ، ويسبب في الدواجن انخفاض انتاج البيض وانخفاض نسبة الفقس .

فيتامين نايسين Cyanocobalamine B_{12} ؛ —

يقع فيتامين B_{12} ضمن مجموعة من المركبات ذات تركيب كيمياوي واحد ولكنها تختلف بنشاطها الفسلجي المتخصص وينجز فيتامين B12 العديد من الوظائف الايضية حيث يعمل كتميم انزيم متقبل للهيدروجين. واكثر اعماله اهمية هو عمله كتميم انزيم في خطوة اختزال الـ ribonuclotides الى deoxyribonucletides هذه الخطوة مهمة جداً في تكوين الجينات genes ويمكن ان يعطينا هذا العمل توضيح عن الوظيفتين الاساسيتين لفيتامين B_{12} التي هي

١ . تعزيز النمو
٢ . انضاج خلايا الدم الحمراء

لذلك فهو يعتبر اهم عامل في تخليص الانسان من مرض فقر الدم الخبيث Pernicious amemia . يرتبط فيتامين B_{12} في الجهاز الهضمي للحيوانات مع البروتين المخاطي mucoprotein المفرز من الغشاء المخاطي للمعدة مكوناً معقداً ويعتقد بأن تكوين هذا المعقد يساعد على امتصاص الفيتامين بنفس الوقت يقلل من استخدامه من قبل الاحياء الدقيقة الموجودة في الجهاز الهضمي للحيوان . ويتحرر الفيتامين على سطح الامعاء من البروتين المخاطي ويذهب ليرتبط مع بروتين خاص مفرز من الغشاء المخاطي للامعاء وبذلك ينتقل المعقد الجديد عبر جدار الامعاء الى الدم حيث يتحرر فيتامين B12 من البروتين الخاص ويرتبط مع كاما غلوبيولين . يتم امتصاص فيتامين B_{12} بالدرجة الاولى في الامعاء الدقيقة ولاتمام عملية الامتصاص من هناك ثلاث عوامل مهمة تؤثر في ذلك هي : —

١ . كمية فيتامين B_{12} .
٢ . كمية البروتين المخاطي .
٣ . كمية فيتامين B_{12} الحر غير المرتبط بالبروتين الخاص اهم مناطق خزن فيتامين B_{12} في الجسم هي الكليتين ، القلب ، الطحال ، المخ والبنكرياس وغيرها . ويخزن في خلايا المتقدرات mitochondria . ويعتبر هذا الفيتامين عامل مهم لنمو الحيوانات خاصة الدواجن والخنازير . وبسبب نقصه انخفاض انتاج البيض ونسبة الفقس في الدجاج البياض وليس هناك خوف على الحيوانات المجترة من نقصه لان الاحياء الدقيقة في جهازها الهضمي قادرة على تخليق هذا الفيتامين.

فيتامين النياسين Niacin : -

ويسمى احياناً حامض النكوتنيك nicotinic acid ووظائفه الفسلجية الرئيسية هو عمله كتميم انزيم وعلى شكلين هما (NAD) nicotinamide adenine dinucleotide ويرمز له كذلك nicotinamide adenine dinucleotide phasphate, (DPN) ويرمز له (NADP) وهذان يعملان كمستقبلات لذرات الهيدروجين المنفصلة من المواد الغذائية الخاضعة للتخمر Food substrates .

بما أن NAD و NADP تعمل في جميع خلايا الجسم لذلك من السهولة تقدير الاضرار الكبيرة التي تتركها عندما لاتتوفر للحيوان في المعدل الطبيعي . والنياسين مهم جداً في عملية التنفس الخلوي وامتصاص الكاربوهيدرات ونقصه يسبب فقدان الشهية ، انخفاض معدل النمو ، خشونة الجلد احمرار اللسان والتهاب الفم واكثر الحيوانات تأثرا لنقصه هي الدواجن والخنازير.

حامض البنتوثنيك Pantothenic : -

هذا الحامض يكون بشكل عام مندمج في الجسم داخل تميم انزيم A (Coenzyme) الذي ينجز العديد من الادوار الايضية داخل خلايا الجسم والتي أهمها اثنان هما : -

١ . تكوين استيل تميم A (acetyl CO A) من المركب decarboxylated pyruvic acid قبل دخوله دورة tricarboxylic acid cycle .

٢. تحليل جزيئات الحامض الدهني الى جزيئات عديدة من استيل تميم A لذلك يؤدي نقص حامض البنتوثنيك الى تثبيط ايض الكاربوهيدرات والدهون ، ضعف النمو ، فشل في التناسل ، التهاب جلدي ؛ سقوط الشعر واعراض في الجهاز العصبي والهضمي .

فيتامين البايوتين Biotin :-

يوثر البايوتين على ايض الكاربوهيدرات والدهون وهو يمتص في الامعاء الدقيقة بعد انفصاله من المعقد البروتيني بتأثير الانزيمات المحللة للبروتينات . ويخلق البايوتين من قبل الاحياء الدقيقة الموجودة في الجهاز الهضمي للحيوانات المجترة وهو يرتبط مع الالبومين في بلازما الدم ويخزن جزء كبير منه في الكبد الذي يعتبر الاحتياطي لبقية انسجة الجسم. عند تناول بياض البيض الطازج الذي يحوي على مركب Avidin الذي يتحد مع البايوتين ليكون معقداً لايمتص عبر الجهاز الهضمي وبذلك تحصل حالة نقص البايوتين في الجسم . واهم وظائف الفيتامين هي علاقته في تثبيت وفصل ثاني اوكسيد الكاربون للعديد من المركبات العضوية واعراض نقصه هي التهاب الجلد ، سقوط الشعر ، ضعف في النمو وانخفاض انتاج البيض والفقس في الدواجن .

حامض الفوليك Folic acid (pteroyl glutamic acid) :

هناك العديد من الحوامض Pteroyl glutamic acids واحدها هو حامض الفوليك الذي يقوم بوظيفة صناعة البيورين purines والتايمين thymine الضرورية لتكوين الحامض النووي لهذا فهو ضروري في تكاثر الجينات لذلك فدوره في تعزيز النمو هو اكبر من دور فيتامين B_{12} . ولحامض الفوليك دور مشابه لدور فيتامين B_{12} في انضاج الخلايا الدموية الحمراء ولكن بطريقة مختلفة . وللحيوانات المجترة القدرة في تخليق فيتامين حامض الفوليك بواسطة الاحياء الدقيقة الموجودة في جهازها الهضمي لذلك فهي لاتعاني من نقصه الا انه يمكن مشاهدة نقصه بوضوح في افراخ اللحم broilers مسبباً تثبيط النمو كذلك انخفاض انتاج البيض في الدجاج البياض .

الكولين Choline : –

الدور الفسلجي الرئيسي للكولين هو في منع تراكم الدهن Lipctropic effect في الكبد وبالتالي تشحمه وكذلك فهو يعتبر اساسي في بناء الخلية في الامعاء الدقيقة وتتم صناعته داخل الجسم بشكل بطيء.

حامض الاسكوربيك(Ascorbic acid (VitamineC : –

كان يسمى قبلاً فيتامين C وهو مهم جداً لجميع انواع الحيوانات حيث يلعب الفيتامين ونواتجه من عملية تاكسده دوراً مهماً في عمليات التاكسد – البنائية التي تجرى بين الخلايا ويساعد تحول حامض الاسكوربيك من الحالة الحامضية الى الحالة المختزلة وبالعكس في انتقال الهيدروجين. ويحافظ على مجاميع SH من التاكسد وهو يلعب دوراً مهماً في تكوين وادامة المواد الخلوية مثل الكولاجين Collagen والمواد التي لها علاقة بتكوين العظام. كذلك فالحامض يشترك في اعادة تحويل البرولين proline الى هيدروكسي برولين الذي يؤلف الكولاجين. كذلك حامض الاسكوربيك ينشط العمليات الحيوية داخل الخلايا وبهذا يرفع القوة المناعية للجسم ضد الالتهابات المرضية والظروف غير الطبيعية (مثل الاجهاد Stress) . ويخزن حامض الاسكوربيك بدرجات محدودة في الجسم لذلك يجب تجهيزه باستمرار. نقصه يسبب امراض عديدة تقع في مقدمتها مرض الاسقربوط في الانسان ، ورم ونزف اللثة المتقرحة ، طراوة الاسنان والعظام الهشة وتشقق الشعيرات الدموية التي تؤدي الى حدوث نزف في الجسم.

ايض الطاقة Energy mstabolism :

تتصف الأحياء في قدرتها على أستخدام وتحويل الطاقة من الوسط البيئي في عمليات بناء تراكيبها المعقدة. وجميع اشكال العمل الحيوي للكائنات الحية يرتبط ويعتمد على استخدام الطاقة التي تحويها المواد الغذائية التي تتناولها تلك الاحياء. وتقسم الاحياء الى مجموعتين رئيسيتين تبعاً للشكل الكيمياوي الذي تحصل عليه من الوسط البيئي : –

١ . الاحياء ذاتية الاغتذاء Autotrophic :

وهي التي تستخدم المواد غير العضوية وطاقة الشمس في تكوين المركبات العضوية في جسمها .

٢ . الاحياء عضوية الاغتذاءHeterotrophic :

وهي التي تكون مادتها العضوية باستخدام الطاقة المخزونة في المواد العضوية للاحياء ذاتية الاغتذاء جميع الاحياء التي تستخدم عملية التركيب الضوئي Photosynthesis هي من نوع الاحياء ذاتية الاغتذاء في حين اكثرية الاحياء الدقيقة والحيوانات هي من نوع الاحياء عضوية الاغتذاء . الاحياء ذاتية الاغتذاء تستخدم ثاني اوكسيد الكاربون من الجو وتطرح الاوكسجين في تكوين المركبات العضوية المصنوعة من قبل الاحياء ذاتية الاغتذاء والاوكسجين وتفرغ ثاني اوكسيد الكاربون وتعتبر الشمس مصدر الطاقة الوحيد لجميع الاحياء . وتستخدم الحيوانات الطاقة الكامنة potential energyالموجودة في المواد الغذائية التي يمكن ان تتحول لاي شكل من اشكال الطاقة مثل الطاقة الميكانيكية او التناضحية Osmotic energy او الكهربائية او طاقة التخليق الكيمياوي او طاقة عمليات الاغشية وغيرها والشكل النهائي لجميع انواع الطاقة هو الطاقة الحرارية . ولايمكن للطاقة الحرارية ان تكون من متحولة لأي شكل اخر بل تستخدم في المحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم الضرورية لتوفير الظروف المثالية لسير العمليات الكيمياوية الحيوية المتعلقة في تحديد وتحويل وإستخدام الطاقة . من هنا فان الطاقة الحرارية تلعب دوراً موازراً في سير العمليات الحيوية للطاقة داخل جسم الحيوان . وخلال سير العمليات الحيوية في الجسم فأن الطاقة المنتجة من هذه العمليات تحافظ على سير العمليات الفسلجية ، لهذا من الضروري توفير الطاقة للاستهلاك وتتأتى هذه من الغذاء المتناول . والعلاقة بين الطاقة الكامنة الموجودة في الغذاء المتناول والطاقة المتحررة نتيجة العمليات الحيوية في الجسم تعرف بميزات الطاقة energy balance ولكي يحدد ميزان الطاقة يجب معرفة كمية الطاقة الموجودة في الغذاء المصروفة على هيئة حرارة ونشاط عضلي وانتاج (لحم ، حليب ، بيض) وغيرها من جهة ثانية . والطاقة الموجودة في الغذاء يمكن تحديدها بوساطة الحرارة الناتجة من حرقها في جهاز قياس السعرات CALORIMETER وتقاس الطاقة بوحدات تعرف بالسعرات Calories (Col) ووحدة اكبر هي الكيلوكالورى Kilocalort (K Cal) .

ويعتمد ميزان الطاقة في الحيوانات على تركيب العليقة والعلاقة بين المواد الغذائية والحالة الفسلجية للحيوان. ومرور الغذاء داخل الجهاز الهضمي يحفز عمليات الاكسدة ويرفع من كميات الحرارة المتكونة في الجسم. هذه الحالة تعرف بالفعل الدايمني النوعي (SDA) specific Dynamic action للغذاء وبالاعتماد على المواد الغذائية فان اعلى فعل داينمي نوعي هو للبروتينات التي تستطيع ان ترفع ايض المواد بحوالي ٣٠٪ في حين الكاربوهيدرات والدهون ترفع ١٥ و٤٪ فقط على التوالي. في حالة تغذية الحيوانات على علائق تحتوي كميات كبيرة من الكاربوهيدرات والدهون فأن عملية الاكسدة في الجسم ترتفع وتستمر بهذا المستوى المرتفع لغاية ٦ ساعات حيث تصل قمة الحرارة بعد ١-٢ ساعة من التغذية اما العلائق الحاوية على نسبة بروتين عالية فأن اعلى انتاج لحرارة الايض يحصل بعد ساعة ويستمر ١٢ ساعة بعد التغذية ويوضح شكل (٦-٥) ان الفعل الداينمي النوعي للغذاء في الحيوانات المجترة يظهر خلال الساعة الاولى بعد التغذية ولهذا فان كمية الحرارة المتكونة تكون في قمتها والسبب في تحرير الحرارة العالية يعود لوجود الكاربوهيدرات في العليقة وتكوين الحوامض الدهنية الطيارة. في الخنازير فأن اعلى حرارة تتكون بعد ٤-٦ ساعة من تناول الغذاء وهذا راجع الى ان عليقة الخنازير تحوي نسبة اعلى من البروتين.

التنظيم الحراري في الحيوانات الزراعية Thermore gulation in farm Animals

يحافظ على التوازن الحراري في جسم الحيوانات الراقية من خلال اشتراك ميكانيكات معقدة نسبياً لتنظيم الانتاج والفقد الحراري ويمكن للكائن الحي ان يعيش في حدود حرارية محددة. في الحيوانات الراقية وخاصة في الحيوانات الثديية فان السير السوي للعمليات الفسلجية يمكن فقط في حدود حرارية محددة للوسط البيئي. خلال التطور للكائنات الحية فقد تطور جهازها المسؤول عن المحافظة على درجة حرارة جسمية ثابتة نسبياً بغض النظر عن تقلبات درجة الحرارة المحيط الى حدما. واعتمادا على ان هل درجة حرارة الجسم يحافظ عليها في حدود معينة او تتبع درجة حرارة المحيط فان الحيوانات تقسم الى مجموعتين هي الحيوانات المختلفة الحرارة poikilothermic او تسمى بالحيوانات ذات الدم البارد Cold–bloodos والمجموعة الثانية هي الحيوانات ذات الحرارة الثابتة نسبياً homeothermic او تسمى بذات الدم الحار Warm bloodod الحيوانات الثابتة الحرارة

نسبياً هي الثدييات والطيور وماعداها من الحيوانات فانها تعتبر من الحيوانات المختلفة الحرارة وبعض حيوانات ثابتة الحرارة ولكن عندما تمر في مرحلة السبات فان نشاط تنظيم حرارة الجسم ينخفض حيث تنخفض درجة حرارة الجسم وبهذا فان درجة حرارة الجسم تتغير تبعاً لتغير درجة حرارة المحيط وعندما درجة حرارة الجسم تنخفض بحوالي ١٠ مْ يحصل السبات الذي عنده تنخفض العمليات الحيوية وكذلك تبطأ عمليات حركة القلب والتنفس.

درجة حرارة الجسم Body temperature

وكما وضح سابقاً فأن درجة حرارة جسم الحيوانات المتغيرة الحرارة تعتمد على درجة حرارة المحيط ولكنها تبقى اعلى منه بحوالي ١ – ٤ مْ في الزواحف و ٠,٥ – ٠,٨ مْ في الاسماك والبرمائيات ويمكن ان تنخفض درجة حرارة جسم الحيوانات المتغيرة الحرارة الى صفر مْ بدون احداث اي أضطرابات في حين يسبب انخفاض الحرارة الى ٢٥ مْ في الحيوانات ثابتة الحرارة الموت وكذلك الحيوانات التي تمر بالسبات يمكنها ان تتحمل خلال فترة سباتها درجة حرارة الصفر المئوي ولكن دون هذه الدرجة تبدأ ميكانيكية انتاج الحرارة بالعمل. وحدود الحرارة العليا للمجموعتين هي ٤٥ْ م ويلاحظ بين المجموعتين تباين في آيض المواد ففي الحيوانات ثابتة الحرارة يؤدي أنخفاض درجة حرارة جسمها الى الأسراع في عمليات الأكسدة وبذلك يؤدي الى أرتفاع حرارة الجسم أما في الحيوانات المتغيرة الحرارة فانه يحصل العكس حيث يعود انخفاض حرارة الجسم الى الابطاء وتعتمد درجة حرارة الجسم في الحيوانات الزراعية على مجموعة من العوامل منها التباين في درجة حرارة الجسم اليومية حيث تنخفض درجة الحرارة خلال الليل عندما يكون الحيوان في حالة سكون ولكنها ترتفع خلال النهار نتيجة للانشطة الحيوية المبذولة خاصة الحركة العضلية وتناول الطعام الخ. ولايتجاوز هذا التباين ٠,٧ – ١,٥ مْ.

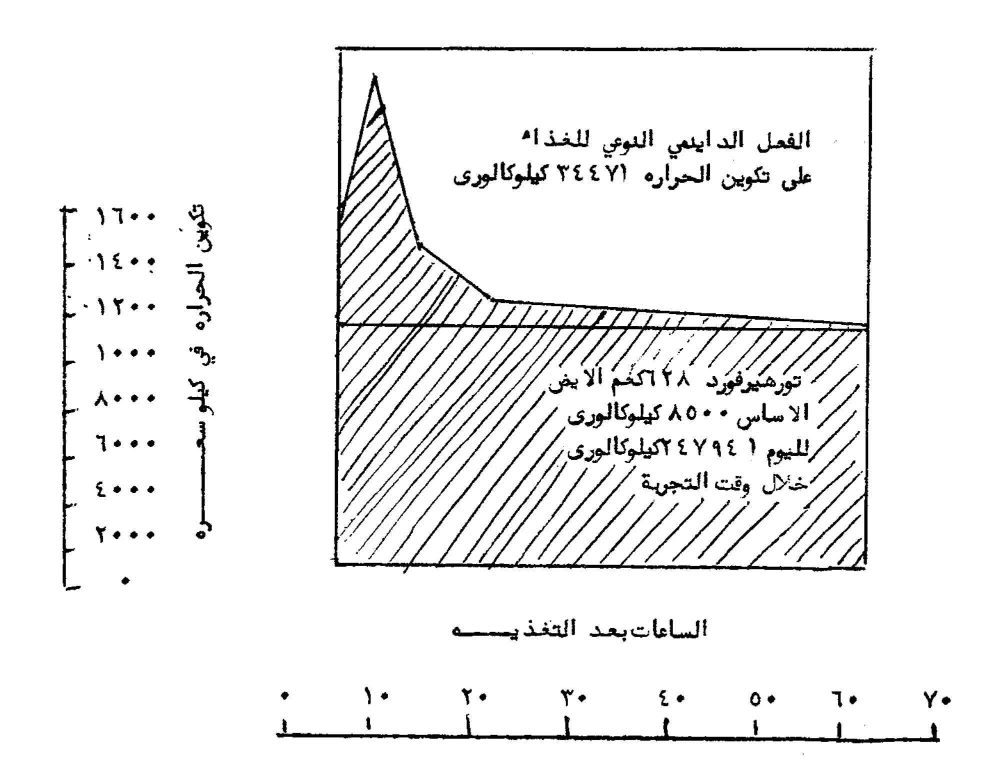
وتكون درجة حرارة الحيوانات الصغيرة واليافعة اعلى من الحيوانات الكبيرة العمر. وذلك لارتفاع عمليات الايض في الاولى والاناث في بعض مراحل الدورة الجنسية ترتفع درجة حرارة جسمها قليلا عما في الذكور. وفي حالة استمرار تجميع الحيوان فان درجة حرارة جسمه تنخفض.

جدول (٦ – ٣) يبين درجة حرارة جسم بعض الحيوانات الزراعية

الحيوان	درجة حرارة الجسم (مْ)
حصان كبير	٣٧,٨
حصان صغير	٣٨,٠
ثور	٣٨,٥
عجل	٣٩,٥
جاموس	٣٨,٥
الاغنام	٣٩,٣
الماعز	٣٩,٥
الخنزير	٣٩,٠
الدجاج	٤١,٠
البط	٤٢,٠
الوز	٤٠,٥

وفي حالة النشاط العضلي المرتفع فان درجة حرارة الجسم ترتفع بحوالي ٣–٤ مْ ولاتكون درجة حرارة جميع اعضاء الجسم موحدة وذلك لان عمليات تكوين وفقد الحرارة في هذه الاعضاء ليست واحدة الا ان هذه التباينات تكون في حدود ضيقة جداً.

وعملية التنظيم الحراري thermore gulation هي مجموعة من العمليات الفسلجية المعقدة التي تشمل تغير في عمليات النمو، في تكوين الحرارة وفقدها الدورة الدموية المركزية والمحيطية ، طرح العرق ، افراز اللعاب ، وتخفيظ الجهاز العصبي ، ويشمل التنظيم الحراري عمليات كيمياوية. فالتنظيم الكيمياوي يشمل تغيركثافة عمليات الأيض داخل الجسم التي يتبعها حسن تغير في حجم تكون الحرارة. اما التنظيم الفيزياوي فيشمل التغيرات المتعلقة بميكانيكيات الفقد الحراري التي هي عن طريق التوصيل ، الحمل ، الأشعاع والتبخر. من هنا يتضح ان العمليات الكيمياوية تتعلق بانتاج الحرارة في حين يشمل العمليات الفيزياوية على الفقد الحراري.



شكل ٦-٥ تأثير التغذية على تكون الحرارة في الثيران في الفعل الداينمي النوعي لعملية الهضم يصل في الساعة الاولى بعد التغذية الى قمته. MELANOV (1978)

الفصل السابع

فسلجة الدم واللمف

يكون الدم ، اللمف والسائل النسيجي الوسط الداخلي للجسم. ويتحقق الترابط بين الوسط الخارجي وخلايا الجسم في الحيوانات الراقية عن طريق الدم لاتكون الخلايا الجسمية على اتصال مباشر مع الدم بل مع السائل النسيجي المترشح من الدم خلال جدران الشعيرات الدموية والموجودة في الفراغات البينية الخلوية وينجز التبادل في المواد بين الدم والانسجة. ويتضح هذا بشكل كامل في الجهاز الشعيري الدموي الذي يحصل فيه تبادل الغازات والمركبات الغذائية الممتصة عبر الجهاز الهضمي ونواتج ايض المواد في الخلايا الجسمية. ويعزى التبادل السريع للمواد بين الدم والانسجة ، الى الكريات الحمراء التي يعود الفضل الى شكلها وعددها الضخم في تكوين مساحة كبيرة قادرة على حمل مختلف المواد الواصلة الى الدم حيث الفعل الاساس للكرية الحمراء red blood cell هو في نقل الاوكسجين بدرجة كبيرة وثاني اوكسيد الكاربون وكذلك فان الكريات الدموية الحمراء تقوم بامتصاص المواد الغذائية وتحملها على سطحها الخارجي نحو مختلف الانسجة والاعضاء وبالمقابل فانها تستلم المواد الخارجة من تلك الانسجة والاعضاء.

يظهر الدم كسائل خاص في الحيوانات التي هي في مرحلة متدنية من التطور مثال ذلك وحيدة الخلية حيث تلعب عملية الانتشار دورا مهما في نقل المواد الغذائية في الجسم. وتنقل المواد في الفطريات بواسطة الخلايا المتنقلة: اما في الديدان الحقلية فتنجز العملية عن طريق سائل يتحرك في نظام مغلق من الاوعية في حين يكون ذلك من خلال جهاز مفتوح الاوعية في الرخويات والمفصليات.

وفي حالة الفقريات الدنيا يكون النقل عن طريق سائل يتحرك داخل اوعية مغلقة ومعزولة. والسائل لوحده ليس لديه تركيب عضوي ثابت حيث هو على اتصال مع الوسط الخارجي ويدعى هيدرولمف Hydrolymph ولايقوم بنقل الاوكسجين وفي المراحل التالية من التطور الحيواني فان السائل هذا انفصال عن الوسط الخارجي وكون الوسط الخاص للجسم وبهذا فقد سمي بالسائل الدموي اللمفي hemolymph وهذا السائل يكون غني بالمواد العضوية ويحمل المواد الغذائية ونواتج الفضلات والاوكسجين. ولهذا في السائل توجد مواد صبغية خاصة (الصبغات الدموية). وفي المراحل التالية من تطور الحيوانات فقد تخصص الدم واللمف وبهذا فان الدم يوجد في جميع الفقريات وكذلك في بعض الديدان الحلقية.

الوظائف الرئيسية للدم:-

يقوم الدم بالوظائف الفسلجية الرئيسية التالية:-

١. **التنفسية Respiration** حمل الاوكسجين من الرئتين نحو الانسجة وثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الرئتين.
٢. **النقل terans portation** يستلم الدم المواد الغذائية nutrients من القناة الهضمية ويحملها الى الانسجة والاعضاء وينقل المؤيضات metabolits (مثل حامض اللبنيك من العضلات الى الكبد).
٣. **الافرازية Excretion** يستلم الدم النواتج النهائية للعمليات الحيوية ويحملها الى الاعضاء الافرازية (الكلى والرئتين، الكبد، الامعاء، الجلد) لطرحها خارج الجسم.
٤. **التنظيمية** يجهز الدم الانسجة والاعضاء بالهرمونات المفرزة من الغدد الصماء وكذلك الفيتامينات وينظم الضغط التناضحي Osmotic pressure والمحتوى الطبيعي للماء ويحافظ على تركيز ثابت لايونات الهيدروجين (H^+) ويشترك في تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق نقل الحرارة من الاعضاء الداخلية الى سطح الجسم.
٥. **دفاعية** ينجز الدم عدة وظائف دفاعية من خلايا عملية الالتهام Phagocytosis التي تقوم بها بعض الخلايا المتخصصة phagocyte ووجود بعض المواد الخاصة مثل الاجسام المضادة antibodies، مضادات الانزيمات antienzymes وانظمة الدارئ buffer systems وبهذا يحافظ على الجسم من الاصابة بالامراض

والالتهابات وكذلك فان عملية تخثر الدم عند النزف تعتبر ايضا احدى الوظائف الدفاعية .

٦. **ميكانيكة** يوفر الدم الضغط الضروري في التجاويف والاعضاء لتأدية مختلف الوظائف في الجسم مثل انتصاب القضيب.

كمية الدم Blood Volume

تختلف كمية الدم باختلاف انواع الحيوانات وتكون ثابتة نسبيا في حيوانات نفس النوع (جدول ٧-١) وتعتمد كمية الدم على عدة عوامل منها العمر Age، الجنس sex، التدريب exercise. الفصل Season والتغذية nutrition والارتفاع عن مستوى سطح البحر. altitude.

جدول (٧-١) . يبين نسبة كمية الدم الى الوزن الكلي لجسم بعض الحيوانات الزراعية

نوع الحيوان	كمية الدم (٪) من وزن الجسم
الحصان	٩,٨
الابقار	٨
الاغنام والماعز	٨,١
الخنازير	٤,٦
الدجاج	٨,٥
الارنب	٥,٥
الانسان	(٥-٩) ٧

وتحتوي الحيوانات اليافعة دم اكثر نسبيا من الحيوانات المتقدمة العمر، ومن المعروف ان حجم الدم في الحيوانات المولودة حديثا يمثل حوالي ١٠٠ مل / كغم من وزن الجسم وكذلك يكون حجم الدم في الذكور اعلى منه في للاناث هذا وتحتوي الحيوانات الضخمة

على دم اكثر. ويزداد حجم الدم في الحيوانات التي تعيش في مناطق مرتفعة عن سطح البحر نظرا لزيادة اعداد كريات الدم الحمراء في دمها. لقد افترضت صيغ ومعادلات تعتمد على اطوال الجسم يمكن بواسطتها حساب حجم الدم وحجم البلازما، فتكون المعادلة في الانسان على سبيل المثال كالاتي :-

حجم الدم (مل) = ٤٣ د + ٥٢ط - ٦٢٥٠

حجم البلازما (مل) = ٢٠ د + ٢٩ ظ - ٣٢٥٠

حيث د تمثل وزن الجسم، ط ارتفاعه.

لقد وجد حجم الدم في الرجل الرياضي المدرب يساوي ١٠٣ مل دم / كغم وزن الجسم في حين الرجل غير الرياضي كان حجم الدم يساوي ٧٥ مل دم/ وزن الجسم. ويكون حجم الدم خلال فصل الصيف اكبر منه في فصل الشتاء ويقل الحجم الكلي للدم في حالة تجويع الحيوان بينما يرتفع حجم البلازما وهذا يدل على وصول اختزال عدد كريات الدم الحمراء وظهور حالة فقر الدم anemia ويزداد الحجم الكلي للدم خلال فترة الحمل بنسبة ٣٠-٥٠٪ ويؤدي حقن اي سائل في الدم الى ارتفاع الحجم الكلي للدم لفترة مؤقتة بينما يقلل فقدان السائل (خاصة النزيف الحاد) من الحجم الكلي للدم. ولاتكون هذه التغيرات في الحجم الكلي للدم مهمة وتكون لفترة قصيرة جدا نظرا لوجود الميكانيكيات المسؤولة عن تنظيم حجم السائل في الاوعية الدموية ففي حالة ارتفاع كمية السائل الموجودة في الجهاز الوعائي فان هذه الزيادة تمر من الدم الى الانسجة وبالعكس. ولهذا فان كمية بلازما الدم في الجهاز الوعائي تعوض بعد النزف بشكل سريع بكمية كبيرة من كريات الدم الحمراء ويوجد بالأوعية الدموية تحت الظروف الفسلجية الطبيعية جزء من الدم الدائر اما الجزء المتبقي والذي قد يصل الى حوالي نصف كمية الدم فانه يكون مخزونا في المخازن الدموية كالكبد والجلد والطحال وتقدر استيعاباتها الخزنية الى ٢٠٪ في الكبد و١٦٪ في الطحال و١٠٪ في الجلد. وتكون العلاقة بين الدم الدائر والمخزون غير ثابتة وتعتمد على حالة الحيوان، ففي حالة ارتفاع درجة الحرارة، الجهد العضلي، الاختناق او حقن هرمون الادرنالين... الخ ترتفع كمية الدم الدائر بشكل انعكاسي وتنخفض كمية الدم المخزون وفي حالة الهدوء التام للجسم فان كمية الدم المخزون ترتفع. ويمكن تقدير كمية الدم في جسم الحيوانات عن طريق الحقن بسائل ملون قلوي غير ضار يمر ببطء خلال جدران الشعيرات الدموية ومن الصبغات المستعملة لهذا الغرض هي صبغة المثيل للازرق

methylen blue والكونغو الحمراء Cunge red حيث تنتشر هذه الصبغات بعد بضع دقائق من الحقن بالدم وتتوزع في جميع انحاء الجسم. ثم تؤخذ عينة من الدم ويعمل لها طرد مركزي وبواسطة قياس لون البلازما تحدد كمية الصبغة ودرجة تخفيفها التي عن طريقها يحسب حجم البلازما. ونتيجة لمعرفتنا للعلاقة الطبيعية بين حجم البلازما وحجم الكريات الدموية الحمراء hematocrit يمكننا حساب حجم الدم. استعملت في السنوات الاخيرة طريقة المواد المشعة في قياس كمية الدم.

الخواص العامة وتركيب الدم :-

الدم سائل خاص يتألف من جزئين الاول سائل (البلازما) والثاني خلوي (الكريات الدموية الحمراء والبيضاء والاقراص الدموية) ولونه احمر غير شفاف ذو طعم ملحي ورائحة خاصة تعود الى وجود الحوامض الدهنية الطيارة. ويتغير لون الدم اعتمادا على درجة التشبع بالاوكسجين فالدم المؤكسج (الدم الشرياني) Oxygonated blood فله لون احمر قاني اما الدم غير المؤكسج de Oxygonated blood فيكون لونه احمر غامق (الدم الوريدي) ويتغير لون الدم في حالة ارتفاع الدهون او انخفاض الخلايا الدموية. ويتراوح الوزن النوعي للدم ١,٠٥٣-١,٠٦٦ ويختلف الوزن النوعي كذلك باختلاف انواع الحيوانات ولكن ليس بدرجة كبيرة حيث يكون الاختلاف اكبر في البلازما والخلايا الدموية (جدول ٧-٢).

جدول ٧-٢ يبين الوزن النوعي لبعض مكونات الدم

المادة	الوزن النوعي
كريات الدم الحمراء	١,١١٤١-١,٠٩١
كريات الدم البيضاء	١,٠٧٥-١,٠٦٨
الاقراص الدموية	١,٠٥٣-١,٠٣٦
البلازما	١,٠٣٠-١,٠٢٥

وترتبط التحولات التي تحصل في الوزن النوعي للدم بشكل رئيسي بتحولات اعداد كريات الدم الحمراء ولايشير التغير في تركيب البلازما الى اي تأثير على الوزن النوعي للدم.

وتنشأ لزوجة الدم blood Viscosity من الاحتكاك الداخلي للاجزاء الصغيرة عند حركتها وتنسب لزوجة الدم الى لزوجة الماء هي وحدة واحدة. وتعتمد لزوجة الدم على شكل واعداد الكريات الدموية الحمراء فكلما ارتفع عدد الكريات الدموية ادى الى زيادة اللزوجة. وتبلغ لزوجة الدم بحدود ٣,٥-٥,٤ اما في السيرم او البلازما فتبلغ اللزوجة ١,٩-٢,٣ وهي تعتمد على نوع وكمية البروتينات الموجودة في السيرم او البلازما

يكون الضغط التناضحي Osmotic pressure للدم هو ٧ ضغط جوي ويعتمد على الاملاح المعدنية وخاصة ملح الطعام Nacl وأيضا على بروتينات البلازما ويكون الضغط التناضحي ثابتاً نسبياً وليس لتغيراته النسبية اهمية كبيرة حتى في حالة وصول الماء وملح كثير الى الدم حيث ينظم هذا التباينات في جسم الحيوانات عن طريق انتشار المستقبلات التناضحية Osmorecepters في جدران الأوعية الدموية التي تتنبه الى أي أنحراف في الضغط التناضحي على المستوى الطبيعي. وتحت تأثير اشارات المستقبلات التناضحية تنطلق الانعكاسات التي تساعد على مرور الماء من الانسجة الى الدم او بالعكس وفي افراز او طرح الماء والأملاح مع البول.

ويلعب الجلد دور مهم في تنظيم محتويات الدم من الماء والاملاح ففي حالة رفع محتوى الماء في الدم فان الماء يمر بالنسيج الموصل Cennective للجلد وفي حالة ارتفاع تركيز الملح في الدم يحدث العكس حيث يمر الماء من الجلد الى الدم. ويرتفع الضغط التناضحي للجلد خلال الجهد العضلي الحاد وذلك لحساب انتاج مواد ذات اوزان جزيئية منخفضة (حامض اللبنيك lactic acid ، حامض الكاربونيك Carbonic acid ومواد اخرى) من الكلايكوجين glycogen ومواد اخرى.

وبعد راحة قصيرة يعود الضغط الى حالته الطبيعية. ويرتفع الضغط التناضحي أيضاً في حالة تمثيل المواد الغذائية ذات الاوزان الجزيئية العالية الى مواد ذات اوزان جزيئية واطئة ولهذا فأن الضغط التناضحي للدم في الاوردة هو اعلى منه في الشرايين. تعرف المحاليل التي يتساوى ضغطها التناضحي مع الضغط التناضحي للدم بمتساوية التناضح —Iso

osmotic او Isomotic او بمتساوية التوتر Isotonic ويقدر المحلول المتساوي التوتر لحيوانات الدم الحار بـ ٠,٨٥ - ٠,٩٥٪ من محلول ملح الطعام في حين يكون ذلك لحيوانات الدم البارد مساوياً الى ٠,٦٥٪ ومثل هذا المحلول يدعى بالمحلول الفسيولوجي ويستعمل كطريقة مناسبة لحقن السوائل بالجسم او للمحافظة لخزن الانسجة او الخلايا الحية لفترة زمنية محددة. وتعرف المحاليل ذات الضغط التناضحي الاوطأ من الضغط التناضحي للدم بناقصة التوتر hypotonic وفي حالة وضع كريات الدم الحمراء في مثل هذا المحلول فانها تنتفخ ومن ثم تنفجر ويحدث انعتاق الخضاب من الكريات hemolysis اما المحاليل ذات الضغط التناضحي الاعلى من الضغط التناضحي للدم فتعرف بالمرتفعة التوتر hypertonic وفي حالة وضع كريات الدم الحمراء في مثل هذه المحاليل فانها تفقد الماء وتتجعد ولايمكن لجميع المحاليل الملحية المتساوية التوتر Isotonic ان تحافظ على نشاط الاعضاء المعزولة لفترة طويلة او تستعمل لملأ الاوعية الدموية في حالة فقدان الدم حيث من الضروري ملائمة تركيب الاملاح والنسبة المئوية وتركيزها لكي توافق محتويات بلازما الدم من اجل ذلك وضعت صفات عديدة لمحاليل رنكر Ringer ورنكر- لوك Ringer - lock (جدول ٧ - ٣)

جدول (٧- ٣) تركيب محاليل فسلجية مختلفة (غم / لتر ماء مقطر)

المركبات	حيوانات الدم البارد	حيوانات الدم الحار	
	رنكر	رنكر - لوك	تيرود
Nacl	٦,٥	٩,٠	٨,٠
Kcl	٠,١٤	٠,٤٢	٠,٢
$CaCl_2$	٠,١ - ٠,١٢	٠,٢٤	٠,٢
$NaHCO_3$	٠,٢	٠,١٥	١,٠
$MgCl_2$	—	—	٠,١
NaH_2PO_4	—	—	٠,٠٥
glucose	—	١,٠	١,٠

يكون تفاعل الدم قاعدي خفيف ويتحدد ذلك بتركيز آيوني الهيدروجين (H^+) والهيدروكسيد (OH^-) في الدم. وتكون الأسس الهيدروجينية (pH) للدم في مختلف حيوانات المزرعة بحدود ٧,٢–٧,٦ ولهذا لاتختلف جوهرياً. وفي حالة حصول اختلاف بسيط في الأسس الهيدروجينية للدم فأن هذا يؤثر بدرجة كبيرة في أختلال العمليات الفسلجية في الجسم. ان التغيرات المسموح بها تقع في حدود ٠,١–٠,٢ ولفترة قصيرة في الدم وفي حالة وصولها الى ٠,٣–٠,٤ والى وقت أطول يحدث هلاك الحيوان. ولأجل سير العمليات الفسلجية بانتظام يجب الحفاظ على الأس الهيدروجيني بحدوده الطبيعية ويحصل ذلك من خلال المحافظة على العلاقة الطبيعية بين التكافآت الحامضية والقاعدية الموجودة في الجسم والتي هي ناتجة من النشاط المستمر لعوامل الأفراز وعملية الدرء Buffering. ويتخلص الجسم من القواعد والحوامض الفائضة عن طريق الأفراز او عن طريق عملية الدرء يقوم بحمل الحوامض والقواعد من مكان تكوينها الى مكان طرحها بدون تغير في الأس الهيدروجيني وتنجز عملية الأفراز بشكل رئيسي في الكليتين والرئتين وتشترك الأمعاء الغليظة بدرجة ضئيلة في ذلك وكذلك الجلد رغم ان مدى أشتراكه يكون أقل من الأمعاء الغليظة أو قد يصل الى الصفر. ويتم أفراز المواد الحامضية والقاعدية غير الطيارة التي تصل الى الجسم عن طريق الطعام أو تتكون نتيجة العمليات الحيوية للمواد عن طريق الكليتين. وبناء على ذلك تلفظ الكليتين اليوريا القاعدية والحامضية حيث تلفظ اليوريا الحامضية في حالة الجوع الطويل الأمد التي تتعرض لها الحيوانات آكلة الأعشاب في حين تلفظ اليوريا القاعدية في حالة تناول الحيوانات العليقة النباتية بدون حبوب ونخالة.

ويلفظ ثاني أوكسيد الكاربون الذي يتكون نتيجة العمليات الحيوية للمواد خلال الرئتين وبهذه الطريقة يحافظ على العلاقة المحددة بين حامض الكاربونيك المستقل في الدم الذي يحوي على ثاني أوكسيد الكاربون على هيئة مذاب فيزياوياً وبين المرتبط كيمياوياً مثل البيكاربونات وتبلغ هذه العلاقة حوالي ١ : ٢٠ وهي التي تحدد الاس الهيدروجيني للدم.

وتطرح (عند التغوط) الاملاح الفوسفاتية القاعدية او الحامضية للمعادن القاعدية الثقيلة خلال الامعاء وتكون انظمة الدرء ضرورية للمحافظة على تركيز ثابت لايونات الهيدروجين في الدم. وهذه الانظمة تبدأ في العمل في المرحلة الاولى من عمر الحيوان وبعد ذلك يكتمل فعلها التام خلال الاشهر الاولى من العمر والتي بعدها تحافظ على تفاعل الدم بشكل مستمر ودائم.

ويعني نظام الدرء وجود محلول متكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي زائداً قاعدة قوية ويمكن بوساطة هذا النظام ربط الحامض او القاعدة لكي يحافظ على تفاعل الدم.

ويمكن مشاهدة انظمة الدرء التالية في الدم: -

١. نظام الدراء الهيموغلوبيني- يتكون من هيموغلوبين حامضي وملحه (ملح البوتاسيوم) $\frac{HHb}{KHb}$.

٢. نظام الدرء الاوكسي هيموغلوبيني- ويتكون من الهيموغلوبين الحامضي وملحه (ملح البوتاسيوم) $\frac{Hb\,HO_2}{KHbO_2}$

٣. نظام الدرء الحامضي- ويتكون من حامض اللبنيك lactic acid واحماض اخرى مع املاحها $\frac{\text{الحامض العضوي}}{\text{ملح الحامض العضوي}}$

٤. نظام الدرء الفوسفاتي- ويتكون من الملح القاعدي الاحادي او الثنائي لحامض الفوسفوريك $\frac{BH_2PO_4}{B_2HPO_4}$ حيث B هو الايون الموجب للصوديوم والبوتاسيوم.

٥. نظام الدرء البروتيني- ويتكون من حامض بروتيني للبلازما وملحه $\frac{\text{بروتين}-H}{\text{بروتين}-B}$

٦. نظام الدرء البيكاربوناتي- حامض الكاربونيك مع املاحه $\frac{H_2CO_3}{Na\,HCO_3}$

وتتوزع انظمة الدرء الفسيولوجية في الدم وتقسم على بلازما الدم وكريات الدم الحمراء وكالآتي: -

١. في البلازما $\frac{H_2CO_3}{Na\ HCO_2}$ ، $\frac{\text{بروتين}-H}{\text{بروتين}\ Na}$ ، $\frac{NaH_2PO_4}{Na_2HPO_4}$ و

$\frac{\text{حامض عضوي}}{\text{ملح}\ Na}$

٢. في كريات الدم الحمراء

$\frac{KH_2PO_4}{K_2HPO_4}$ ، $\frac{HHbo_2}{KHbO_2}$ ، $\frac{HHb}{KHb}$ ، $\frac{H_2CO_3}{KHCO}$ و

$\frac{\text{حامض عضوي}}{\text{ملح}\ K}$

وأهم انظمة الدرء في الدم هو الهيموغلوبين. واذا افترضنا ان عملية الدرء في الدم تمثل ١٠٠ درجة فان انظمة الدرء المختلفة يمكن ان تشكل النسبة التالية : —

نظام الدرء	النسبة المئوية (٪)
الهيموغلوبين	٨٢
البروتين	١٠
البيكاربوناتي	٧
الفوسفاتي	١

وتتلخص ميكانيكية عمل نظام الدرء الهيموغلوبيني في ان اوكسجين الدم الشرياني يرتبط مع الهيموغلوبين مكونا اوكسي هيموغلوبين. ويكون الهيموغلوبين عادة حامض ضعيف في حين يكون الاوكسي هيموغلوبين اقوى حامضية من الهيموغلوبين ونتيجة لوجود الهيموغلوبين والاوكسي هيموغلوبين في تركيب كريات الدم الحمراء تتكون الاملاح الحامضية التي تعطي نظامين درئيين هما الهيموغلوبيني والاوكسي هيموغلوبيني. تحوي كريات الدم الحمراء الموجودة في الشعيرات الدموية على ثاني اوكسيد الكاربون الذي بمساعدة انزيم كاربونيك انهايدراز Carbonic anhy drase يتحد مع الماء مكوناً حامض

الكاربونيك وفي نفس الوقت يتحرر الاوكسجين من الاوكسي هيموغلوبين نتيجة لانخفاض ضغطه الجزيئي في كريات الدم الحمراء وذوبانه في الانسجة ويتكون الهيموغلوبين الذي يكون في هيئة هيموغلوبينات البوتاسيوم ولاجل المحافظة على كريات الدم الحمراء من زيادة حموضتها والناتجة من تجمع حامض الكاربونيك فان هيموغلوبينات البوتاسيوم تدخل في تفاعل معه الذي عنده يتكون الهيموغلوبين الحر في حين يرتبط ملح البوتاسيوم مع حامض الكاربونيك ويكون بيكاربونات البوتاسيوم وبهذه الطريقة تنقل كريات الدم الحمراء ثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الرئتين في حالة بيكاربونات البوتاسيوم وهيموغلوبين ونتيجة لارتفاع تركيز الاوكسجين في اوعية الدم الضيقة للحويصلات الرئوية يرتفع الضغط الجزيئي للاوكسجين وهذا يؤدي الى ارتباطه بالهيموغلوبين وتكون اوكسي هيموغلوبين الذي يسحب ملح البوتاسيوم من بيكاربونات البوتاسيوم وتحت تأثير انزيم كاربونيك انهيدراز Carbonic anhydrase يتحلل حامض الكاربونيك الى ماء وثاني اوكسيد الكاربون ، والاخير يذاب في الحويصلات الهوائية للرئتين ويطرح خارج الجسم عند التنفس اما الاوكسجين المرتبط بالهيموغلوبين فينتقل الى الاعضاء والانسجة من الجسم . ويتكون نظام الدرء البيكاربوني من حامض الكاربونيك وبيكاربونات الكالسيوم والصوديوم والتي ترتبط بالحوامض التي تظهر نتيجة لعمليات الايض metabolism التي تظهر في الجسم .

وتفوق كمية بيكاربونات الصوديوم Soduim bicarbonate في الدم كمية حامض الكاربونيك بعشرين مرة .

عندما توجد في الدم حوامض تعطي آيونات هيدروجينية حرة فأن هذه الايونات ترتبط مع الايونات السالبة المتكونة من تفكك البيكاربونات والناتج هو حامض الكاربونيك الذي يتحلل الى ماء وثاني اوكسيد الكاربون والاخير يطرح من الرئتين وبهذه الطريقة فأن الاحتياط والمخزون من البيكاربونات الموجودة في الدم تلعب دوراً مهماً في المحافظة على الدم من ظهور الحموضة فيه .

تعتبر الاملاح القاعدية للدم الاحتياطات القلوية وتقدر بعملية المعايرة titration للدم مع حامض الكلوريك HCL وتمثل بملغم ٪ . وتسير الاحتياطات القلوية للدم بالحدود التالية (ملغم ٪) في الحيوانات الزراعية المختلفة :

نوع الحيوان	الاحتياط القلوي (ملغ ٪)
الحصان	٤٧٠ – ٦٢٠
الابقار	٤٦٠ – ٨٢٠
الاغنام	٤٦٠ – ٥٢٠
الارنب	٤٨٠ – ٦٨٠
الماعز	٣٨٠ – ٥٢٠

وتعتمد الاحتياطات القلوية في الدم على عدة عوامل ففي الحيوانات اليافعة نسبياً تكون هذه الاحتياطات قليلة وكذلك في حالة الجهد العضلي الحاد وتؤثر على محتوى الاحتياط القلوي في الدم ففي حالة سيادة وارتفاع المكافات القلوية في الدم فان الاحتياطات القلوية تزداد ايضاً والعكس كذلك وتشغل الاحتياطات القلوية دائماً من قبل المتكونات الحامضية للعمليات الحيوية (اللبنيك ، الفوسفوريك في حالة العمل العضلي ، وحامض الفوسفوريك والكبريتيك في حالة تاكسد البروتينات) والحوامض الدهنية والامينية الممتصة .

يوجد في الدم التوازن الحامضي القاعدي الذي يعبر عنه في المحافظة على العلاقة الثابتة للاحتياطات الحامضية والقلوية في جسم الحيوانات . ففي حالة ارتفاع انتاج ثاني اوكسيد الكاربون في الجسم في (جهد عضلي حاد) ، وفي حالة التكوين العالي للحوامض العضوية غير الطيارة (اللبنيك في حالة الجهد العضلي الحاد) ، وحامض الخليك acetic acid ونواتج حامضية اخرى ناتجة من خلل في عملية اكسدة الدهون والكاربوهيدرات وفي حالة عدم كفاية تجهيز الانسجة بالاوكسجين وفي حالة نقل المواد الغذائية في الجسم مع الادوية التي ترفع من الحوامض (كلوريد الامونيوم) ، الحوامض المعدنية ، العلائق الغنية في البروتينات) وفي حالة حدوث خلل في طرح ثاني اوكسيد الكاربون من الرئتين او الحوامض من الكليتين فان الاحتياطات القلوية تنخفض وبهذا فأن الاس الهيدروجيني في الدم ينخفض وتظهر ظاهرة الحموضة acidosis ويمكن ان تعادل هذه الظاهرة عندما تكون الاحتياطات القلوية تحت المعدل ويحافظ على الاس الهيدروجيني على حالته في حين لايمكن ان تعادل او تكافأ عندما يكون الاس الهيدروجيني واطئ . وتظهر في حالة ارتفاع

الآيونات القاعدية او انخفاض الايونات السالبة الحامضية (فقدان حامض الكلوريك او ثاني اوكسيد الكاربون) حالة القلوية Alkalosis والتي يمكن ان تكون معادلة ايضاً (في حالة المحافظة على الاس الهيدروجيني) وغير معادلة (في حالة ارتفاع الاس الهيدروجيني) وتؤدي الحموضة التي لايمكن معادلتها عندما يصل الاس الهيدروجيني للدم الى فقدان الوعي والغيبوبة Coma وموت الحيوانات في حين تؤدي القاعدية التي لايمكن معادلتها عندما يكون الاس الهيدروجيني للدم= ٧,٨ الى التكزز tetania ومن ثم الموت.

التركيب الكيمياوي للدم : – Chemical Composition of blood

يتالف الدم بشكل عام من ٧٨٪ ماء و ٢٢٪ مادة جافة وتحتوي المادة الجافة على ٠,٨٪ معادن و ٢١,٢٪ مواد عضوية وتحوي بلازما الدم وسيرم الدم على ٩٠– ٩٥٪ ماء و ٨– ١٠٪ مادة جافة منها ٨,٥ مادة عضوية و ٠,٩٪ مادة غير عضوية. وتتكون المواد المعدنية في الدم من العناصر ذات التركيز العالي macroelements والعناصر ذات التركيز الواطئ microelements وتشمل العناصر ذات التركيز العالي على الصوديوم والكالسيوم، البوتاسيوم، المغنسيوم، الفوسفور، الكبريت، الكلور، الكلوريدات وتقدر هذه بملغم٪ او مل مكافيء / لتر.

اما المركبات المعدنية الموجودة في الدم والتي تكون قيمتها اقل من ١ ملغم٪ فتعرف بالعناصر ذات التركيز الواطئ وتشمل على البروم، الزنك، النحاس، الحديد، السليكون، الزرنيخ، اليود، الفلور، الرصاص، الالمنيوم، المنغنيز، الكروم، الكوبلت، التيتانيوم، اليورانيوم، المولبيديم، النيكل والزئبق وتختلف قيم كل من العناصر ذات التركيز العالي والواطئ في الدم والبلازما وتعتبر بروتينات البلازما من اهم المركبات العضوية في الدم وهناك ثلاث مجاميع بروتينية رئيسية هي الاح albumin الكلوبيولين globulin ومنشيء الليفين fibrinogen ويعتبر الاح (الالبومين) بانواعه المختلفة من اكثر انواع بروتينات البلازما. وتستخدم طريقة التوصيل الكهربائي electrophoresis في عزل بروتينات البلازما. والكلوبيولينات المعزولة تكون عادة على عدة انواع هي الفا واحد $\alpha 1$ الفا اثنين (α_2^-) وبيتا (β^-) وكاما (γ) والاخيرة تلعب دوراً مهما كانظمة تحصين دفاعية عن الجسم ضد الجراثيم Bacteria ، الحمى Virus وسمومها. وتتكون الالبومينات ومنشأ

الليفين في الكبد ويشترك نخاع العظام ، الطحال والعقد اللمفاوية في تكوين الكلوبيولين بالاضافة الى تكونه في الكبد. وتحدث عملية ايض بروتينات الدم بسرعة فائقة حيث تصنع حيوياً وتحلل بشكل مستمر. وتقدر كمية منشيء الليفين في البلازما بحدود ٠,٣ - ٠,٤ ٪ والاح ٢,٣ - ٣,٧ ٪ والكلوبيولين ٢,٢ - ٢,٤ ٪ ويختلف تركيز بروتينات السيرم المعزولة باختلاف حيوانات المزرعة.

توقف النزف وتخثر الدم : - Hemostasis and blood Coagulation

تخثر الدم هو عملية فسلجية دفاعية خاصة وبوجود هذه العملية يتوقف نزيف الدم في حالة الجرح ويقلل من الفقد الزائد للدم ولسوائل الجسم ويحافظ بالتالي على الحيوانات من الموت ويبدأ التخثر في لحظة خروج الدم من الوعاء الدموي في الانسجة أو يدخل في اتصال مباشر مع الوسط الخارجي. ويمكن ان تتكون الخثرة الدموية في حالة جرح طبقة البطانة endothelium للاوعية الدموية داخل الجهاز الدموي ويساعد على التخثر كل من القلب والجهاز الوعائي الدموي فانخفاض ضغط الدم وسرعة الدم الموضعية وكذلك الانكماش السريع للوعاء الدموي Vascular Spasm

نتيجة للانعكاس العصبي والتقلص العضلي الموضعي اهمية جوهرية في ايقاف النزف. وتعد عملية تخثر الدم معقدة وتشترك انزيمات عديدة فيها حيث يختزل او يحول منشيء الليفين Fibrinogen من الحالة الغروية Colloid الى الحالة غير الذائبة وهو الليفين Fibrin . ويكون الليفين على شكل شبكة تتجمع عليها الخلايا الدموية (كريات دم حمراء وصفائح دموية) وفي حالة عزل الليفين من الدم وغسله من كريات الدم الحمراء يكون لونه أبيض. وتتكون خلال عملية التخثر طبقة هلامية مطاطية تسمى خثرة الدم وهي تتالف من خيوط الليفين تترسب حولها الخلايا الدموية الاخرى. وتنفصل خلال عملية الترسب هذه طبقة او سائل رائق اصفر اللون هو السيرم Serum الذي يحتوي على جميع محتويات الدم تقريباً عدا الكريات الدموية والليفين، ويمكن لبلازما الدم أن تتخثر ايضاً في حالة عزلها بالطرد المركزي عن الخلايا الدموية وتركها تحت درجة حرارة منخفضة والتي تؤخر عملية التخثر وتسخن بعد ذلك الى درجة حرارة ٢٠ - ٣٥ م° التي تزيد سرعة التخثر. وفي حالة التخثر يلاحظ ثلاث مراحل والتي تشترك فيها

اعداد كبيرة من المواد. هذه المواد تدعى بعوامل تخثر الدم. واضافة الى هذه العوامل الموجودة في بلازما الدم والمشتركة في عملية التخثر هناك مادة تتحرر نتيجة تحطيم الصفائح الدموية او عند تمزق الانسجة ولهذه المادة علاقة بالتخثر ايضاً. تمتد المرحلة الأولى من تخثر الدم لبضع دقائق وتشمل تكوين الثرومبوبلاستين thromboplastin وهذه لاتوجد في الدم الدائر ولكن تتكون فقط عند تنشيط العامل المتكون نتيجة تمزق الصفائح الدموية مع العوامل الموجودة في البلازما (الخامس ، الثامن ، التاسع ، العاشر، الحادي عشر والثاني عشر) وايونات الكالسيوم Ca^{++} (العامل الرابع) . وتبدأ العملية بتنشيط العامل الثاني عشر. وهذا بدوره ينشط العوامل التاسع والحادي عشر وبجانب ذلك تحدث عملية تكوين معقد الكالسيوم من العوامل الثامن والتاسع وايونات الكالسيوم. ومن نشاط هذا المعقد مع العوامل المشار لها اعلاه ومع عامل التخثر المتحرر من الصفائح الدموية يتكون الثرومبوبلاستين.

وتمتد المرحلة الثانية للتخثر لبضع ثواني وتشمل تحويل سلف الثرومبين prothrombin الى الثرومبين thrombin .

وتنجز هذه العملية تحت تأثير الثرومبوبلاستين وبالاشتراك مع العوامل السادس والعاشر وآيونات الكالسيوم لتكوين سالف الثرومبين الذي يحدث في الكبد من الضروري توفر فيتامين K . اما المرحلة الثالثة للتخثر فتمتد لاربعة ثواني وتمثل تكوين الليفين Fibrin غير المذاب من منشيء الليفين Fibrinogen تحت تأثير الثرومبين. وتتحقق هذه المرحلة للتخثر بأشتراك ايونات الكالسيوم والعاملين الموجودين في الصفائح الدموية thrombocytes . واذا فقد احد العوامل المشتركة في تكوين الثرومبوبلاستين او الثرومبين فان الدم لايتخثر. بعد تحول منشيء الليفين تتكون الخثرة Coagulant التي تتماسك باستمرار ويحصل لها انكماش نتيجة لتحرر مادة من تحلل الصفائح الدموية. ان تحطم الصفائح الدموية يظهر كمركز تنطلق منه العملية المعقدة للتخثر حيث تتكون خيوط الليفين وكذلك يزداد سمك وتماسك الخثرة.

وقد اثبت انه في حالة الانخفاض الحاد في اعداد الصفائح الدموية في الدم فأن ذلك يؤثر على عملية التماسك ويؤدي الى عدم حدوثها. ويتغير تخثر الدم ويتأثر بالجهاز العصبي حيث ذكر ان في حالة تهيج الجهاز العصبي تتكون في الجسم مواد تسرع من عملية التخثر.

ومعلوم كذلك ان هرموني الادرينالين Adrenaline والفازوبرسين vasopressin تسرع من التخثر. يتوقف التخثر بفعل املاح السترات Citrate والاوكسالات Oxalate حيث يعيق ارتباطها بايونات الكالسيوم Ca^{++} من تكوين الثرومبوبلاستين والثرومبين. ولهذا تستعمل املاح السترات والاوكسالات لمنع التخثر خارج الجسم. وهناك مواد تعرف بمانعات التخثر anticoagulants مثل الهيبارين heparin المفرز من الكبد والرئتين وهذه تعيق تخثر الدم وهناك مانعات تخثر تعمل بشكل غير مباشر اذ تعيق تكوين المواد التي تشترك في هذه العملية وكما يلاحظ ان في دم الحيوانات يوجد نظامين يعملان بوقت واحد هما نظامي المخثرة والمانعة للتخثر وهذان يوجدان في توازن معين منعاً من حصول تخثر الدم داخل الاوعية الدموية في الحالات الطبيعية.

الحيوان	سرعة تخثر الدم(دقيقة)
الحصان	١١,٥
البقرة	٦,٥
الغنم	٢,٥
الماعز	٢,٥
الخنزير	٣,٥
الارنب	٤,٠
الدجاجة	١٥,٠
الانسان	٥,٠

الخلايا والكريات الدموية Blood Corpuscle's

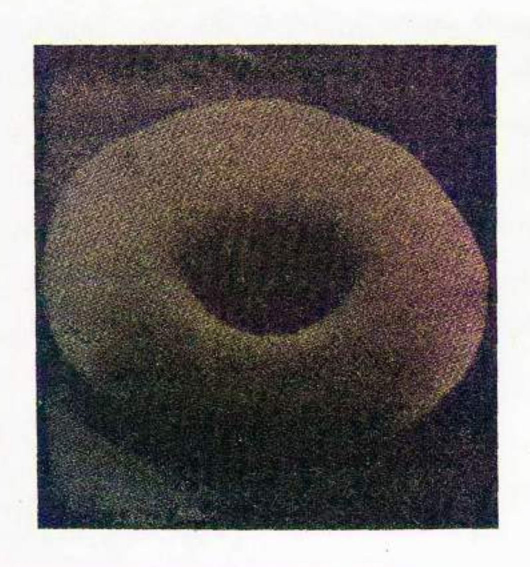
عند اجراء عملية الطرد المركزي للدم المضاف له الاوكسالات او السترات فان الخلايا الدموية تنفصل عن البلازما حيث تترسب الكريات الحمراء الى الاسفل لكونها الاثقل وزناً ثم طبقة خفيفة من الكريات البيضاء فالبلازما الى الاعلى. ويكون حجم الخلايا الدموية Blood Cells بحدود ٣٢- ٤٦٪ والبلازما ٥٤- ٦٨٪.

خلايا الدم الحمراء Red Blood cells (erythocytes)

تشكل الخلايا او الكريات الحمراء الاساس او الجزء الاكبر للكريات الدموية وتكون منواة (ذات انوية) في الطيور والاسماك والبرمائيات Amphibian والزواحف Reptilian واجنة الثدييات في المراحل الاولى من تطورها ونموها وخلايا نخاع العظم الحمراء التي تولد خلايا الدم الحمراء للحيوان البالغ . الا انها تكون فاقدة للنواة في الثدييات mammals وضمنها الانسان حيث تفقد الانوية عند نشوئها وتطورها . وتأخذ الكريات الحمراء شكلها وتخصصها كخلية عندما تبدأ فعلا بنقل الغازات من الدم وتستهلك هذه الخلايا كميات قليلة جداً من الاوكسجين.

وتكون الكريات الحمراء في الحيوانات الثديية مطاطية ، قرصية دائرية مقعرة الوجهين Biconcave عدا الجمال فيكون شكلها بيضوي (شكل٧-١ ، ٧-٢) وخلال مرورها في الشعيرات الدموية يتغير شكلها الا انها تستعيد شكلها الطبيعي عند رجوعها الى الاوعية الدموية الكبيرة . ويزيد تقعر وجهي الكرية الحمراء من المساحة السطحية لها مما يسمح للهيموغلوبين ان يتوزع على مساحة اكبر وكذلك يسهل من عملية التبادل الغازي وتحتوي الكريات الحمراء على ما يقارب ٦٠٪ ماء و ٤٠٪ مادة صلبة ويمثل الهيموغلوبين ٩٠٪ من المادة الصلبة و ١٠٪ تشمل البروتينات ، الشحوم الكاربوهيدرات واملاح معدنية . ويتالف غشاء الكرية الحمراء من البروتينات والشحوم Lipoida ويكون هذا الغشاء شبه نفاذ وذو اختيارية عالية فهو يطلق الآيونات الموجبة (K^+, Na^+) بشكل ضعيف ولكنه بسهولة يطلق الايونات السالبة ($Cl^-, Hco^-_3{}^-, So_4{}^-$) والماء . وتكون الكريات الحمراء ذات شحنة سالبة ويختلف حجمها باختلاف الانواع وكذلك بين الحيوانات من نفس النوع كما هو الآتي :-

شكل ٧- ١ كرية الدم الحمراء ، A- منظر علوي ، B- منظر بزاوية ، C- مقطع عرضي Frandson (1981)



شكل ٧– ٢ كرية دم حمراء ناضجة كما تظهر في صورة اخذت بالمجهر الالكتروني (× ٩٨٠٠) Frandson (1981)

نوع الحيوان	القطر(مايكروميتر)	الحجم(مايكروميتر مكعب)
الحصان	٥,٥	٦٠
الابقار	٥,٧	٦٧
الاغنام	٥,١	٣٢
الماعز	٤,١	٢٤
الخنزير	٦,١	٦٤
الارنب	٧,٠	٨٣
الدجاجة	١٢–٧,٥	٩٢
الانسان	٦,٣	٨٩
الضفدع	١٥– ٢٥	٧٥٠

وتكون الكريات الحمراء صغيرة نسبياً في الاغنام والماعز على الرغم من أن اعدادها تكون عالية وفي الدجاج والضفادع تكون ذات احجام كبيرة وفي حالة تساوي الكريات

بالحجم تسمى Isocytosis اما في حالة عدم تساويها بالحجم فتسمى Anisocytosis وتكون الكريات الدموية الحمراء في الحيوانات الزراعية والانسان في حالة عدم تساوي في الحجم وفي حالة فقدان الدم يلاحظ حالة عدم التساوي تكون ضعيفة . ويكون حجم الكريات الحمراء اليافعة او حديثة التكوين Reticulocyte اكبر من الكريات المعمرة ويقدر سمك الكريات الحمراء ١,٥ – ٢. μ وهو اصغر ثلاث مرات من قطرها ففي حالة الحصان يكون سمكها ١,٩ ، الابقار ٢,٢ ـ μ ، الاغنام ١,٨ μ ، والماعز تقدر اعداد كريات الدم الحمراء بالملايين في الملمتر الواحد من الدم لذلك فاعدادها في الحيوانات المختلفة تساوي :–

نوع الحيوان	عدد الكريات الحمراء (٦١٠) ١/ مل دم
الأبقار	٥ – ٨
الأغنام	٥ – ١٣
الماعز	١٠ – ١٩
الحصان	٦ – ١٠
الخنزير	٥ – ٩
الأرنب	٤ – ٦,٥
الدجاجة	٣ – ٤
الأنسان	٤,٥ – ٥,٥

ويعتمد عدد الكريات الحمراء على عدة عوامل منها :–الغذاء ، الطقس ، الموسم ، الحالة الفسلجية ، العمر ، السلالة ، الحالة الانتاجية ، الجنس وغيرها من العوامل وهناك اختلاف في عدد الكريات بين الليل والنهار يقدر بحوالي $\pm$ ١٠ ٪ وكذلك توفر الحديد ، النحاس ، بعض الحوامض الامينية وفيتامين B_{12} و C ومواد اخرى في الغذاء لها دورها في تكوين الكريات الحمراء فنقصها يخفض اعداد الكريات في الدم وترتفع عملية تكوين الكريات الحمراء بارتفاع كميات البروتينات في الغذاء وتنخفض اعداد الكريات الحمراء في دم الحيوانات اليافعة من الثدييات التي لاتنتج حليباً في حين يرتفع عددها في

الحيوانات الغزيرة الانتاج. وفي الحيوانات التي تعيش في المناطق التي يكون فيها الضغط الجوي منخفض (المناطق الجبلية المرتفعة) تكون اعداد الكريات الحمراء في دمها مرتفعة ويعزى ذلك الى انخفاض نسبة الاوكسجين في الهواء في الاماكن المرتفعة عن سطح البحر يؤدي الى انخفاض كميته المنقولة بواسطة كريات الدم الحمراء من الرئتين الى انسجة الجسم وبالتالي تحصل حالة نقص وصول O_2 الى انسجة الجسم مما تحفز افراز هرمون الارثروبويتين erythropoitein في الكليتين او يسمى erythropoietic Stimulating factor ويحفز الهرمون المذكور صناعة وتكوين كريات الدم الحمراء erythropoiesis في نخاع العظام لكي تزيد من اعداد كريات الدم الحمراء في الدم لأجل نقل O_2 اللازم وبذلك تسد النقص الحاصل بعملية وصوله الىالانسجة. وينخفض عدد الكريات الحمراء في حالة الاقلمة بينما يرتقي عددها في الاجواء الحارة وهذا ربما يعود الى تأثير تحفيز الاشعاع الشمسي على الاعضاء التي يخزن فيها الدم. وتكون اعداد كريات الدم الحمراء في العجول والاغنام والخيول مرتفعة جداً في الاشهر الاولى بعد الولادة وبعد ذلك ولغاية عمر ١ – ٢ سنة احياناً تبدأ بالانخفاض وبعد هذه الفترة تبدأ الاعداد بالارتفاع من جديد ومن ثم تأخذ بالاستقرار والمحافظة على عدد ثابت تقريباً ولايتغير الحجم الكلي لكتلة الكريات الحمراء جميعها جوهرياً مع العمر ولهذا فأن الارتفاع في اعداد الكريات الحمراء في المرحلة الاولى من عمر الحيوان متوافق مع انخفاض احجامها. وتختلف ديناميكية تغيير اعداد الكريات الحمراء مع العمر في الخنازير مقارنة ببقية الحيوانات حيث يرتفع اعداد الكريات بعد اليوم السابع من الولادة ولغاية الشهر التاسع تدريجياً ونظراً لاحتواء حليب الامهات على كمية قليلة من الحديد في الايام الاولى لذا فلا تتكون الكمية الكافية من الهيموغلوبين مما يسبب ظهور حالة فقر الدم anemia. وتتأثر كذلك اعداد كريات الدم الحمراء في الدواجن بالعمر، الجنس، الحالة الانتاجية، التغذية، الظروف البيئية والاجهاد وغيرها من العوامل. ويتصف دم الحيوانات حديثة السن بوجود اعداد كبيرة من الكريات الحمراء غير كاملة النضج وعادة تحوي الذكور على اعداد اكبر من كريات الدم الحمراء من الاناث يعود ذلك بالدرجة الاولى الى دور هرمون التستسترون testesterone. ويبلغ متوسط حياة الكرية الحمراء Life span في الانسان ١٢٠ يوم، الارنب والفأر ٤٥ – ٥٠ يوم، الكلب ١٢٤ يوم والدجاجة ٣٠ يوم ويعود سبب قصر متوسط حياة الكرية الحمراء في الدواجن الى ارتفاع كل من درجة حرارة الجسم ومعدل الايض الغذائي.

ترسب الكريات الحمراء :- Erythrocyte sedmentation rate (ESR)

عند وضع مضادات التخثر في دم طازج ويترك في اسطوانة تترسب الكريات الحمراء. وتختلف سرعة الترسيب بإختلاف الحيوانات او الحالة الصحية للحيوان فقد يرتفع في حالة وجود التهابات في الجسم. ولهذا فقياس سرعة الترسب له اهمية في الفحص السريري والتشخيص. ومعدل الترسب يعتمد على قوتين رئيسيتين هما قوة الجذب الارضي التي تسبب ترسب الكريات الى الاسفل وقوة مقاومة الاحتكاك الناتجة من احاطة البلازما بالكريات الحمراء التي تحاول ابقاء الكريات عالقة فيها. وتعتمد سرعة الترسيب على عوامل عديدة منها الوزن النوعي للكريات والبلازما، حجم وشكل واعداد الخلايا والتركيب الكيمياوي للبلازما. فالوزن النوعي للكريات الحمراء يكون اعلى من البلازما ولهذا فهي تترسب. وسرعة الترسيب للكريات الحمراء (ملم/١ ساعة) في مختلف الحيوانات الزراعية هي :-

نوع الحيوان	سرعة الترسيب (ملم/١ ساعة)
الابقار	٠,٥٦ — ٠,٦٢
الاغنام	٠,٧ — ١,٠
الماعز	٠,٣ — ١,٠
الحصان	٦٢,٠ — ٦٥,٠
الخنزير	٢٠,٠ — ٣٥,٠
الارنب	١,٠ — ٢,٠
الدجاجة	٢٠,٠ — ٣٠,٠
الانسان	٨,٠ — ١٠,٠

وعندما توضع كريات الدم الحمراء في محلول فسيولوجي فأن سرعة ترسيبها تكون بطيئة هذا ما يعطي دليل على ان لزوجة البلازما لاتعتبر من العوامل ذات التأثير الكبير في سرعة الترسيب. ويزداد الترسيب في حالة ارتفاع منشيء الليفين Fibrinogen والكلوبيولين globulin في الدم. وبما ان الكريات الدموية الحمراء تملك شحنة سالبة

على سطحها لذلك فهي تتنافر مع بعضها البعض وتكون بحالة عالقة في بلازما الدم. وبما ان منشيء الليفين Fibrinogen والكلوبيولين تمتلك شحنات موجبة لذلك فهي تمدص adsorption من على سطح الكريات الدموية الحمراء وتحل محل الالبومين Albumen ونتيجة لذلك فهي تعادل جزء من الأيونات السالبة لكريات الدم الحمراء.

وفي حالة فقدان كريات الدم الحمراء لشحناتها الكهربائية فانها تتخثر. ويكون ترسيب كريات الدم الحمراء في الخيول اسرع منه في الابقار وهذا يعود الى احتواء بلازما دم الخيول على كلوبيولين اعلى من بلازما دم الابقار في حين الابقار تحوي على البومينات اعلى في بلازما دمها. ويزداد معدل ترسيب الكريات الدموية الحمراء عندما يزداد تحلل البروتينات في الجسم بشكل حاد.

وتزداد سرعة الترسيب عندما يكون الدم قاعدي وارتفاع الكوليسترول في الدم الحيوانات الحديثة وكذلك الحوامل.

ويمكن تقدير الموازنة البروتينية في بلازما الدم بصورة غير مباشرة بواسطة معدل سرعة الترسيب.

تحلل الدم :-

Hemolysis

عند تحلل الدم يحصل تمزق لغشاء الكريات الدموية الحمراء red blood cell membrane وخروج الهيموغلوبين hemoglobin الى بلازما الدم. ويعقب ذلك ان يتحول الدم من الحالة غير الشفافة الى الحالة الشفافة نتيجة لذوبان الهيموغلوبين في بلازما الدم. ويعزى سبب تحلل كريات الدم الحمراء لعدة عوامل منها الحرارة، التجميد Freezing، الاسالة Thawing عوامل ميكانيكية، عوامل كهربائية، اصوات عالية التردد Super Sonic والنشاطات الاشعاعية التي تسبب تلف الغشاء. من التأثيرات الكيمياوية او الكيمفيزياوية (الايثر، الكلوروفورم. الكحول، الصوديوم، املاح الصفراء ومواد اخرى) التي تعطل او تحلل مركبات الغشاء، كذلك المواد السامة (سموم الافاعي، النحل، العنكبوت) والمحاليل ذات التراكيز المختلفة. ويمكن ان تتغير خواص غشاء الكريات الدموية الحمراء مما يؤدي الى تغيرات في ثبات (مقاومة) الكريات الدموية الحمراء الى نشاط أو تاثيرات عوامل تحللها (تحلل الدم).

ويمكن قياس هذا الثبات او المقاومة بنقل الكريات الحمراء الى محاليل ملحية لملح الطعام Nacl ذات تراكيز مختلفة وبواسطتها يمكن تقدير المقاومة التناضحية لكريات الدم الحمراء. وتختلف المقاومة الدنيا (بداية التحلل) والعليا (نهاية التحلل) في كريات الدم الحمراء فالاولى تشير الى اقل ثبات او مقاومة للكريات التي تحلل في محاليل ذات تراكيز اعلى نسبياً والثانية تشير الى اى تخفيف للمحلول يبقي الكريات الحمراء في حالة مقاومة او ثبات. ويعرف الفرق بين التركيز الذي عنده يبدأ تحلل الدم او تحلل كريات الدم الحمراء والتركيز الذي عنده ينتهي هذا التحلل بحدود المقاومة.

المقاومة التناضحية Osmotic resistance لكريات الدم الحمراء المعبر عنها كنسبة مئوية لمحلول ملح الطعام لبعض الحيوانات المختلفة والانسان هي كما يلي :-

نوع الحيوان	المقاومة التناضحية الدنيا	(% Nacl) العليا
الحصان	٠,٥٩	٠,٣٩
الابقار	٠,٥٩	٠,٤٢
الاغنام	٠,٦٠	٠,٤٥
الماعز	٠,٦٢	٠,٤٨
الخنزير	٠,٧٤	٠,٤٥
الارنب	٠,٥٧	٠,٤٥
الدجاجة	٠,٤٠	٠,٣٢
الانسان	٠,٤٤	٠,٣٢

الهيموغلوبين Hemoglobin

يعتبر الهيموغلوبين من اهم تراكيب كريات الدم الحمراء ويقع ضمن البروتينات المعقدة وله وزن جزيئي ٦٨,٠٠٠ والبناء التقريبي له هو ($C_{636}H_{1025}N_{164}FeS_3O_{181}$) ويشير الى وجود ذرة حديد واحدة محاطة باكثر من ٢٠٠٠ ذرة اخرى. ويتألف الهيموغلوبين من جزء بروتيني غير ملون هو الغلوبيولين (٩٦٪) ومجموعة هيم (٤٪) التي

تعطيه اللون الخاص وتحدد الصفة الخاصة لنوع الهيموغلوبين من قبل الغلوبيولين في حين هيم هو نفسه في جميع الثدييات.

وقد وجدت بعض انواع الهيموغلوبين في الانسان والحيوانات. وفي المرحلة الجنينية تبنى هيموغلوبينات الجنين Fetal hemoglobins وهذه تكون اكثر ثباتا بالنسبة الى القواعد والحوامض وهي في حالة يمكنها ان تأخذ وتعطي الاوكسجين حتى في ظروف التنفس السخدي Placental respiration للجنين.

اكتشفت انواع مختلفة من الهيموغلوبين الناضجة في مختلف الحيوانات والانسان ففي الابقار اكتشف هيموغلوبين A واخر B والتي تكون بدرجات متباينة وهنالك ابقار تحوي النوعين معا وكذلك يوجد النوعان في الحصان، والجاموس، والقطط، والارنب الناضج، وخنازير البحر، والجرذان والحمام. وهنالك تخليق وتحطيم مستمرين للهيموغلوبين تجري في جسم الحيوان وعادة يرتبط ذلك بتخليق وتحطيم الكريات الحمراء. وينجز تخليق الهيموغلوبين في ارومات الحمراء erythroblasts لنخاع العظام الحمراء، والتحطم يجري في جهاز البطانة الشبكي Reticulum endothelial System وبشكل رئيسي في الكبد والطحال ويتحطم خلال ٢٤ ساعة ما يربو على ١٪ من الهيموغلوبين الكلي. وبتحطيم الكريات الحمراء وتحلل الهيموغلوبين المتحرر يتحول الى Verdoglobin وهذا يتحلل الى بليفردين Biliverdin وحديد وكلوبين globin فيتراكم الحديد في الاعضاء تحت شكل فيرتن Frritin وهيموسدرين hemosiderin التي تستخدم في اعادة تخليق الهيموغلوبين الجديد والبليفردين يتحلل الى بيليروبين bilirubin في الدم. ويمكن مشاهدة محتوى الهيموغلوبين في غم /١٠٠ مل دم لمختلف الحيوانات الزراعية :-

نوع الحيوان	الهيموغلوبين (غم /١٠٠ مل دم)
الحصان	٨-١٤
الابقار	٩-١٤
الاغنام	١٠-١٥
الماعز	٧-١٤
الارنب	٨-١٥
الدجاجة	٨-١٢
الخنزير	١٤-١٥

يعتمد محتوى الهيموغلوبين في الدم على عدة عوامل وهي تقريبا نفس العوامل المؤثرة على عدد كريات الدم الحمراء (السلالة ، الجنس، العمر، الغذاء، الموسم الحالة الانتاجية، الحالة الفسيولوجية .. الخ). في الحيوانات ذات الانتاجية العالية تكون كمية الهيموغلوبين مرتفعة وكذلك في الذكور تكون الكمية اعلى مما في الاناث وايضا في الحيوانات حديثة الولادة تحوي هيموغلوبين اعلى من الحيوانات البالغة. ويعقب نقص الحديد في حليب امهات الخنازير في فصل الصيف الى حدوث نقص في كمية الهيموغلوبين في الخنازير حديثة الولادة.

وترتفع كمية الهيموغلوبين خلال فترة الحمل والجهد العضلي وعند العمل المستمر. ان الوظيفة الرئيسية للهيموغلوبين هي تحقيق نقل الغازات في جسم الحيوان من خلال حمل الاوكسجين من الرئتين الى الانسجة ونقل ثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الرئتين. ويتكون عند ارتباط الهيموغلوبين بالاوكسجين مركب الاوكسي هيموغلوبين Oxyhemoglobin ويكون هذا المركب قلقا وذو لون احمر قاني فاتح وهذا الارتباط يكون عكسي. ويتحدد عدم ثبات الاوكسي هيموغلوبين من قبل الغلوبين globin. فحديد جزيئة الهيم يحتفظ بالتكافؤ الثنائي وتعتمد فترة بقاءه على الضغط الجزيئي للاوكسجين. ويكون الضغط الجزيئي في الرئتين حوالي ١٠٠ ملم زئبق وتمثل ٩٦-٩٨٪ منه هيموغلوبين التي هي على هيئة اوكسي هيموغلوبين اما في الانسجة التي يكون الضغط الجزيئي حوالي صفر ملم زئبق فيتحلل الاوكسي هيموغلوبين الى هيموغلوبين واوكسجين.

وفي حالة ارتباط الهيموغلوبين بثاني اوكسيد الكاربون يتكون مركب الكاربوكسي هيموغلوبين Carboxy hemoglobin الذي يكون قلق وحال وصوله الى الرئتين يتحرر ثاني اوكسيد الكاربون.

ويكون اتحاد الهيموغلوبين مع ثاني اوكسيد الكاربون اسهل بكثير من اتحاده مع الاوكسجين لذلك من الضروري ان يكون الاوكسجين اعلى ١٠٠ مرة من ثاني اوكسيد الكاربون من جهة ومع الهيموغلوبين من الجهة الاخرى وينشأ النشاط السمي لثاني اوكسيد الكاربون في حالة ارتباطه مع الهيموغلوبين حيث يجرد الهيموغلوبين من امكانية اتحاده مع الأوكسجين وبالتالي نقله الى الانسجة. اذ يكفي ٥١٪ من ثاني اوكسيد الكاربون فقط في الهواء المحيط لكي ترتبط معه ٨٠٪ من الهيموغلوبين وهذا يقود الى انقطاع عملية التنفس في الانسجة (الاكسدة) وبالتالي هلاك الحيوان.

وعندما يصل تركيز ثاني اوكسيد الكاربون الى ٠,٠٤٪ في الهواء المحيط بالحيوان فأنه يؤدي الى حالة التسمم الحادة وكذلك التفاعل بين الهيموغلوبين وثاني اوكسيد الكاربون يكون عكسي ولكن مركب الكاربوكسي هيموغلوبين اكثر ثباتا من مركب الاوكسي هيموغلوبين وانفصال الكاربوكسي هيموغلوبين يكون ٣٠٠ مرة ابطأ من انفصال الاوكسي هيموغلوبين.

في حالة العمل مع مواد ذات تأكسد عالي مثل الاوزون او عند التسمم بالمركبات السامة او النتروبنزول فان الحديد الموجود في جزيئة الهيم يمكن ان تتحول الى حديد ثلاثي التكافؤ F^{+++} عندها ينتج هيموغلوبين واوكسجين ذو لون قهوائي. وفي حالة احتواء الدم على هيموغلوبين اعلى من الحد المقرر (لغاية ٧٠٪) فان تحرير الاوكسجين الى الإنسجة يتوقف ويحصل الموت نتيجة الاختناق. وفي حالة كون الميثوموغلوبين قليلة فانها تختزل باستمرار الى هيموغلوبين ويوجد في العضلات القلبية والجسمية هيموغلوبين العضلات الذي يدعى المايوغلوبين Myoglobin الذي يكون جزءه البروتيني (غلوبين) اقل بوزنه الجزيئي من القسم البروتيني للهيموغلوبين. ويلعب المايوغلوبين دورا مهما في تجهيز العضلات العاملة بالاوكسجين ففي حالة تقلص العضلات فان الاوعية الدموية الشعرية تضيق ويتوقف تدفق الدم في بعض اقسام العضلة ومن النعم وجود الاوكسجين المرتبط مع المايوغلوبين حيث يقوم بتجهيز الالياف العضلية بالاوكسجين لفترة مؤقتة كذلك يلعب دورا مهما وكبيرا في عملية غوص الثديات البحرية مثل الدلفين، الحوت، وعجل البحر.

كريات الدم البيضاء :- Leukecytes

تلعب دورا مهما في الوظائف الدفاعية واستعادة الشفاء في جسم الكائن الحي ووظائفها الرئيسية هي الالتهام Phagocytosis وانتاج الاجسام المضادة Antibody وافراز وتحطيم السموم من المصدر البروتيني وتكون الكريات البيضاء اكبر من الكريات الحمراء حيث تتراوح قطرها من ٥-٢٠ مايكرون وليس لها لون وتمتلك كل المواصفات الشكلية والوظيفية للخلية من محتويات عضوية وبروتوبلازم ذو تركيب خاص. وللكريات البيضاء القدرة على الحركة والمرور خلال الجدران الرقيقة للشعيرات الدموية حيث تدخل في الفراغات بين الانسجة وذلك عن طريق تكوينها الارجل الكاذبة Pseudopod التي

هي عبارة عن نموات بروتوبلازمية رقيقة تنفذ خلال جدران الشعيرات الدموية وخلالها تخرج محتويات كرية الدم بكاملها.

ولبعض انواع الكريات الدموية البيضاء القابلية على التقبل والاخذ وكذلك حمل ونقل وتحطيم المواد الغريبة الداخلة في الجسم وكذلك المواد المنتجة التي اصبحت ضارة وهكذا فهي تحطم اجزاء واقسام محددة من النسيج العظمي عند تكون العظام الطويلة.

وتشترك الكريات الدموية البيضاء في نكوص involution اعضاء مختلفة مثل الغدة اللبنية وبمساعدتها يتم تحطم النطف Sperms الفائضة التي تتجمع في الجهاز التناسلي الانثوي الناقل بعد عملية الجماع.

تطلق الكريات الدموية البيضاء اقدامها الكاذبة عند عملية الالتهام وتمسك المكروبات او اي جسم غريب وتربطها بجسمها وتفرز مجموعة من الانزيمات الموجودة لديها مثل البروتيز Protease، اللايبيز Lipase، تربسين trypsin بيبتايديز peptidase، كاربوكسي ببتايديز Carboxy peptidase والخ. وتحتوي كريات الدم البيضاء على مواد لها صفات مضادات البكتريا Bactericidus ويكون استهلاكها من الاوكسجين عاليا نسبيا حيث تستخدم الكلوكوز وذلك بتحليله الى حامض اللبنيك Lactic acid .

ويوجد في كريات الدم البيضاء اضافة الى المركبات العضوية الاعتيادية بعض المركبات مثل glutathione ، هستامين histamine والكلايكوجين glycogen .

وتساعد كذلك على عملية ايض الدهون وامتصاصه في الامعاء وتحمل بعض العناصر الضرورية لبناء النسيج العظمي وهي تشترك كذلك في المحافظة على التركيب الطبيعي لبروتينات البلازما.

ان عدد كريات الدم البيضاء في ١ مل٣ دم لمختلف الحيوانات الزراعية هو:-

نوع الحيوان	عدد الخلايا (١٠^٣)
الابقار	٥- ٨
الاغنام	٦- ١٢
الماعز	٨- ١٦
الخيل	٧- ١٢
الخنزير	١٠- ٢١
الارنب	٦- ١٢
الانسان	٥- ٨
الدجاج	٢٠- ٣٠

ويعتمد عدد الكريات الدموية البيضاء على نوع الحيوان ، السلالة ، العمر ، التغذية ، الحالة الفسيولوجية ، المرض . الخ . وتعرف زيادة اعداد كريات الدم البيضاء عن الحد الطبيعي بالليكوسايتوسس Leucocytosis والنقصان بالليكوبينية Leucopenia .

ويرتفع عدد كريات الدم البيضاء خلال وبعد تناول الحيوان للطعام Nutritional leucocytosis ، خلال الحمل ، الحلب ، الاجهاد العضلي الحاد ، التحفيز ، الخوف ، حالات الالتهاب والخ .

ويمكن تقسيم كريات الدم البيضاء اعتماداً على اصل ومنشأ تركيب النواة والبروتوبلازم الى حبيبية granulocyte وغير حبيبية agranulocyte ويوجد في بروتوبلازم الكريات الحبيبية حبيبات متميزة التي تصطبغ بالصبغات القاعدية ، الحامضية او المتعادلة واعتماداً على الصبغات تقسم كريات الدم البيضاء الحبيبية الى :-

الكريات القاعدية Basophili granulocytes

وتمثل خلايا كروية او بيضوية الشكل يتراوح من ٨- ١٥ وعددها في الحيوانات يكون قليل ففي الدواجن والأرانب تمثل ٢- ٤٪ من المجموع الكلي للخلايا البيضاء

وفي بقية الحيوانات تمثل ٠,٥ - ١٪. ولاتقوم بالالتهام ولكن تحمل المواد الغذائية وتشترك في تكوين الهيبارين heparin وفي معادلة وموازنة البروتينات المنقولة من الخارج وكذلك عند تجديد الانسجة.

الكريات الحامضية Eosinophile granulocytes

تكون كروية كبيرة يتراوح قطرها من ١١ - ٢٠ μ (مايكرون) وعددها قليل ففي الحصان تمثل ٤٪ من المجموع العام للكريات الدموية البيضاء وفي الابقار ٧٪ والاغنام ٥٪ والماعز ٣٪ والخنازير ٢,٥٪ والدواجن ١٢٪ والبروتوبلازم اما يكون بدون لون او ازرق فاتح ومملوء بالحبيبات التي تكون كثيفة وتتقبل الصبغات الحامضية الايوسين eosin ذات اللون الاحمر.

ومايتعلق بحجمها فاكبرها توجد في الحصان ثم الخنازير والكلاب واصغرها في الماعز، الاغنام، الابقار، والقطط. وتصطبغ نواتها باللون البنفسجي وتكون اقل تفصصاً من نواة الخلايا القاعدية Basophile. وللخلايا الحامضية نشاط التهامي ضعيف وهي تفرز انزيمات خارج جسمها مشابه الى الانزيمات الداخلية التي تحطم الاجسام الغريبة وذلك بالتأثير عليها من الخارج.

الكريات المتعادلة Neutrophile granulocytes–

وهي تشكل اعلى نسبة من الخلايا الحبيبية ففي الحصان تكون النسبة ٥٧٪ من المجموع العام للخلايا وفي الابقار ٢٨,٥٪، الاغنام ٣٥٪ الماعز ٤٢,٥٪ والخنازير ٣٨٪، وتسمى الكريات المتعادلة Neutrophile في الطيور بأسم هيتروفيل Heterophil نظراً لاصطباغها بالصبغات الحامضية وتكون نسبتها في الدجاج ٢٦٪ من المجموع العام للخلايا الدموية البيضاء. ويكون قطرها ٧- ١٥ μ (مايكرون) والسايتوبلازم محبب بشكل جلي وقوي وتقبل حبيباتها الصبغات القاعدية والحامضية.

نواة هذه الكريات الصغيرة تشبه حدوة الفرس Metamyelocyte والخلايا هذه نادرا ما توجد في الدم المحيطي peripheral Blood وفي المرحلة التالية تطول النواة

تدريجياً وتأخذ شكل العصية والاخيرة هذه تكون بكميات غير كبيرة في الدم . ويعتبر ارتفاع اعداد هذه الخلايا وكذلك ظهور الخلايا اليافعة في الدم دليل على ارتفاع النشاط الوظيفي لتكوين الدم وبعد فترة تأخذ النواة الشكل المفصص وترتبط هذه الفصوص فيما بينها بواسطة خيوط غير مرئية تتكون من مادة النواة . هذه هي القاعدة الرئيسية التي تمثل كريات الدم البيضاء في الحيوانات البالغة .

وتمتلك بعض الخلايا المتعادلة لاناث اللبائن امتدادات نووية تشبه العصا ومضرب التنس وهذه احدى علامات الجنس وتلعب الخلايا المتعادلة دوراً فسيولوجياً مهماً في جسم الحيوان حيث تمتلك انزيمات اكسدة وانزيمات محللة البروتينات ولها القدرة على التحرك والتنقل بشكل عالي حيث تهاجر بسهولة داخل الانسجة وكما هي في الدم كذلك في الانسجة فهي معروفة بانها من الخلايا الملتهمة ولهذا فهي تعرف بانها الخلايا الملتهمة الصغيرة للمواد Microphagocyte .

الكريات اللاحبيبية Agranulo cytes

لاتمتلك في سايتوبلازمها حبيبات وتكون نواتها كروية كبيرة . وتشمل كل من اللمفية Lymphocyt وحيدة النواة Monocyte والبلازمية Plasmacyte .

الخلايا اللمفية Lymphocytes – تتكون في العقد اللمفاوية والطحال وتكون نموذجية بالنسبة الى الخلايا اللاحبيبية من حيث عدم احتواءها على اي حبيبة في السايتوبلازم وهي تشكل جزء مهم من الكريات البيضاء ففي الحصان ٣٥,٥٪ ، الابقار ٥٧٪ ، الاغنام ٥٦,٥٪ ، الماعز ٥٠٪ ، الخنازير ٥٥,٥٪ والطيور ٤٨,٥– ٥٦٪ وتكون اما صغيرة الحجم (٥– ١١ μ) اوكبيرة (٩– ١٩ μ مايكرون) وكروية ذات نواة بيضوية محاطة بغشاء سايتوبلازمي رقيق ازرق شاحب اللون والخلايا اللمفية تحوي على انزيم Lipase التي ربما لها علاقة في عملية امتصاص المواد الغذائية من الأمعاء وتشترك في تكوين الكلوبيولين الموجود في الدم (β, γ-globuin) وفي السايتوبلازم يوجد الكثير من البروتينات النووية التي تنتج كميات كبيرة من المضادات الجسمية Antibodies وللخلايا هذه القدرة على الحركة الاميبية الا ان قدرتها على الالتهام ضعيفة حيث تقوم بهذه الوظيفة الخلايا الكبيرة فقط .

وحيدة النواة Mono cytes– تعتبر اكبر الخلايا الدموية، ١-٢٠ µ مايكرون وشكلها كروي وقد لايكون لها شكل ثابت ونواتها تشبه شكل الكلية وتقع خارج مركز الخلية التي تصطبغ بالصبغة القاعدية ولون السايتوبلازم يكون رمادي والخلايا هذه تحتوي على الخمائر المحللة للبروتينات Proteolytic enzymes التي من نوع Cathepsin ، وتمتاز كذلك بقدرتها على ابتلاع الأجسام الغريبة المتحللة وخاصة خلايا وحيدة النواة الكبيرة الحجم. ووحيدة النواة تقوم بتحطيم الكريات الحمراء الميتة وتعزل كذلك خلايا الأنسجة الميتة التالفة وعددها يتراوح ٢-٨٪.

الخلايا البلازمية Plasmo cytes

نواتها تكون اما كروية او بيضوية ويصطبغ السايتوبلازم بالصبغات القاعدية ولها القدرة على تخليق البروتين وهي تشترك بشكل فعال جداً في تكوين الاجسام المضادة وتوجد في الدم المحيطي في حالة المرض ويمكن أن يرافق ارتفاع او انخفاض اعداد الكريات البيضاء. اما بزيادة او نقصان في عدد مختلف انواع الكريات البيضاء والعلاقة بين الانواع المختلفة للخلايا البيضاء يعبر عنها في نسبة تدعى Leucocyte formula وتحديد هذه النسبة له اهمية كبيرة في دراسة الحالة الفسيولوجية للحيوان فالنسبة هذه تختلف باختلاف عمر الحيوان لذا نلاحظ في الحيوانات حديثة الولادة يكون عدد الخلايا المتعادلة كبيراً.

وتنخفض اعداد هذه الخلايا في الايام الاولى من عمر الحيوان وبعد ذلك ترتفع من جديد اما الخلايا اللمفية فتكون اعدادها قليلة في الحيوانات الحديثة الولادة وتبدأ أعدادها بالارتفاع بشكل كبير منذ اليوم الرابع بعد الولادة ولغاية السنة الرابعة وبعد ذلك العمر تبدأ أعدادها بالانخفاض ويلاحظ كذلك في الحيوانات اليافعة وجود اعداد كبيرة من الخلايا المتعادلة غير مكتملة النمو وانخفاض اعداد الخلايا الحامضية. اما في الابقار ذات الانتاجية العالية من الحليب فيلاحظ ارتفاع في الخلايا المتعادلة وانخفاض في الخلايا الحامضية عن المعدل الطبيعي. واثبت كذلك ان في حالة اثارة الجهاز العصبي السمبثاوي فان عدد الخلايا المتعادلة يرتفع في الدم اما في حالة اثارة العصب التائه VAGUS NERVE فترتفع الخلايا الحامضية وكذلك اثارة مختلف المستقبلات الجسمية receptocs حفز تغيير في نسبة الكريات البيضاء في الدم في حالة أثارة

مستقبلات المعدة حصل زيادة في اعداد الخلايا البيضاء المتعادلة في حين انخفضت الخلايا اللمفية. وتؤثر هرمونات الغدة الدرقية والنخامية على الخلايا الدموية البيضاء حيث عند عمل هرمون مغذي قشرة الكظرية adrenocrticotrophic hormone (ACTH) وهرمون النمو Growth hormone يرتفع عدد الخلايا المتعادلة وينخفض عدد الخلايا الحامضية في الدم.

وخلال فترة المرض يرتفع نوع او اكثر من الخلايا البيضاء وبالتعاقب التالي، الخلايا المتعادلة ، الحامضية ، القاعدية ، اللمفية ، ووحيدة النواة.

الصفيحات الدموية :

Blood Platelets (Thrombocytes)

عبارة عن صفيحات مغزلية او كروية وبدون نواة ذات حجم يتراوح بين ٢- ٤ (مايكرون) ويمكن ان يشاهد منطقتين مختلفتين فيها الاولى بروتوبلازمية محيطية والثانية ذات حبيبات صغيرة تشبه النواة تدعى كراينلومير granulomere التي تتكون من ٥- ١٠ حبيبات عصوية اوكروية وتتلون الصفيحات باللون البنفسجي ولها وظيفة دفاعية مهمة خاصة في عمليات تخثر الدم وذلك عندما تتجمع على سطح المنطقة المجروحة او المقطوعة خارج الوعاء الدموي. وهي تتحطم بسرعة ونتيجة لذلك تبدأ عملية التخثر وتتكون خيوط الليفين Fibrin المكونة للخثرة وتفرز منها مادة retractosin التي تحفز على انكماش خثرة الدم. وفي حالة تفكك الصفيحات تفرز مادة السيروتنين Serotonin التي تساعد على ايقاف الدم النازف من خلال تقلص الوعاء الدموي. وتحصل الصفيحات الدموية على طاقتها من خلال تحلل السكر glycolysis حيث يتحلل جزء كبير من الكلوكوز الى بايروفيت Pyruvate ولاكتيت Lactate وكمية قليلة فقط تتحول الى ثاني اوكسيد الكاربون وماء وهذا يحدث في المتقدرات mitochondria التي تكون قليلة وصغيرة في الصفيحات الدموية. وتمتلك الصفيحات الـ ATP عالي النشاط الذي يكون مرتبط بالبروتين thrombostenin ومن هذا البروتين وعند تفكك الصفائح تتحدد كمية كبيرة من الطاقة وهذه الطاقة تستخدم للتقلص والانكماش وتحوي الصفيحات الدموية على فوسفوليبيدات Phospholipides ، سفنكومايلين Sphingomyelin ، ليستين

Lecithin واستيل فوسفاتايدز Acetylphos phatides ويكون عددها في الحيوانات المختلفة على الوجه الاتي :-

نوع الحيوان	عدد الصفيحات الدموية بالالاف/ ملم³ دم
الحصان	٢٠٠ -٩٠٠
الابقار	٢٠٠ -٧٠٠
الاغنام	١٧٠ -٩٨٠
الماعز	٣١٠ -١٠٢٠
الخنزير	١٣٠ -٢٥٠
الطيور	٢٢,٩ -٢١٠
الانسان	١٥٠ -٤٠٠

في الدواجن يلاحظ ان الصفيحات الدموية يكون شكلها مغزلي ذات حجم ٩ مايكرون ويكون عددها في الحيوانات حديثة الولادة قليل وتدعى زيادة الصفيحات الدموية في الدم بثرمبوسايتوسي thrombocytosis ويحدث ذلك اثناء الحمل وخلال فترة هضم الغذاء وامتصاصه. ونقص فيتامين A يخفض عددها ومتوسط عمر الصفيحات الدموية يتراوح ٣- ٥ يوم وهي تتحطم في الدم او في خلايا الشبكة البطانية reticuloendothelial Cells (RES) للطحال.

تكون الدم Blood formation

لاتتكون الخلايا الدموية في الدم الدائر Circulating blood ولكنها تتكون في اعضاء مولدات الدم haemato genes في الجسم والتي هي نخاع العظم Bone norrow، العقدة اللمفاوية Lymph nodes الطحال Spleen وجهاز البطانة الشبكية (RES) وتتكون الخلايا الدموية من خلايا النسيج الرابط للاعضاء المذكورة اعلاه وكذلك من خلايا جهاز [illegible] (RES) للكبد والطحال. وينتج نخاع العظم كريات

الدم الحمراء والبيضاء (المحببة) والصفيحات الدموية بينما ينتج الطحال العقد اللمفاوية وخلايا جهاز البطانة الشبكية تنتج وحيدة النواة. ويعتبر نخاع العظم من اهم الاعضاء المولدة للخلايا الدموية وقد اثبت ان ١ مللتر من نخاع العظم الاحمر يمكنه ان ينتج كريات دموية تكفي ٤ مللتر دم.

تتكون الكريات الدموية الحمراء في بداية فترة التطور الجنيني من خلايا الاديم المتوسط Mesoderm لكيس الصفراء yolk sac وبعد ذلك من خلايا الاديم المتوسط للجنين. ويكون المكان الرئيسي لتكوين كريات الدم الحمراء في المرحلة اللاحقة من التطور الجنيني هو الكبد والطحال وبعد ذلك يشترك نخاع العظام. وبعد الولادة تكون كريات الدم الحمراء يكون بالدرجة الرئيسية في نخاع العظام وبتقدم عمر الحيوان فان نخاع العظم الاحمر وخاصة في العظام المجوفة يتبدل بنخاع اصفر وبذا تكون خلايا الدم الحمراء يتم في العظام الصفائحية الاسفنجية (كالجمجمة، عظام الصدر، الفقرات، الاضلاع) وفي اعمدة بعض العظام الطويلة. وعند الضرورة يمكن لنخاع العظم الاصفر ان يستعيد قدرته وبغضون ٢– ٤ يوم على تكوين كريات الدم الحمراء ويتحول الى نخاع احمر وفي هذه الحالة ممكن ان يشترك من جديد كل من الكبد والطحال في عملية تكوين كريات الدم الحمراء.

وتتكون كريات الدم الحمراء داخل خلايا جدران الشعيرات الدموية التي تكون مغلقة ولم يجري بداخلها الدم خلال فترة تكون كريات الدم الحمراء. الخلايا الاولية المتكونة هي سلف الارثروبلاست Proerthreblastes تمتلك نواة ولكنها لاتحوي على هيموغلوبين في السايتوبلازم وعند نضوج هذه الخلايا تتحول الى خلايا حاوية على الهيموغلوبين. وتزداد كمية الهيموغلوبين عندما تصل الخلية الحمراء الى مرحلة نورمويلاست Normo plastes وبعد ذلك تقذف النواة خارجاً او تذوب وبذلك فان كرية الدم الحمراء التي بدون نواة Normocytes تدخل مجرى الدم بعد ان تنتفخ الشعيرة الدموية التي كانت مغلوقة خلال فترة تكون خلية الدم الحمراء.

بعض الخلايا الدموية الحمراء تحوي كميات قليلة من المواد القاعدية على شكل حبيبات منقطة وتدعى هذه الخلية الشبكية reticulocytes يلعب دوراً مهماً في عملية تكوين كريات الدم الحمراء وبناء الهيموغلوبين كل من الحديد، المنغنيز، الرصاص،

النحاس ، الكوبلت ، فيتامين ، B_6 و B_{12} ، فيتامين C ، فوليك اسد Follic acid ووجود الحوامض الامينية.

ولاجل سير عملية تكوين كريات الدم الحمراء بشكلها الطبيعي يجب أن تتوفر المواد الغذائية باستمرار وخاصة البروتينات الحاوية على الحوامض الأمينية (فنيل الأنين Phenal alanin ، برولين Prolil والتايروسين Tyrosin) وكذلك توثر بعض الغدد الصماء التي لها دورها في عملية تكوين كريات الدم الحمراء مثل الغدة النخامية hypophysis ، الدرقية thyroid والمبايض Ovaries. وتعمل الكمية غير الكافية من الاوكسجين وكذلك نزف الدم كمحفزات على تنشيط تكوين كريات الدم الحمراء.

ويكون القسم الثماني Vegetative Port من الجهاز العصبي المركزي المسؤول عن التنظيم والمحافظة على العدد الطبيعي لكريات الدم الحمراء في الدم.

تتحطم كريات الدم الحمراء الهرمة بدرجة رئيسية في خلايا البطانة الشبكية للطحال والكبد وايضاً يمكنها ان تتحطم بواسطة نفس خلايا البطانة الشبكية لاعضاء الجسم المختلفة. وتقوم خلايا البطانة الشبكية بالتهام كريات الدم الحمراء فالحوامض الامينية المتحررة من تحلل الغلوبيولين تستعمل في عملية ايض البروتينات اما الحديد المتجمع الذي يرتبط بالبروتينات على هيئة حديدين Ferritin في الطحال والكبد او مرة اخرى يحمل على هيئة مرتبطة مع البروتين transferritin الى نخاع العظم لاستخدامه في صناعة كرية حمراء جديدة.

وهناك حالة توازن نسبي بين ما ينتج من كريات الدم الحمراء وبين ما يتحطم.

ويتم هدم كريات الدم الحمراء للانسان في الطحال اما بالنسبة الى الكلاب فيتم ذلك في نخاع العظم في حين يتم ذلك في الكبد بالنسبة الى دجاج وما يتعلق بعملية تكوين وتحطيم كريات الدم البيضاء فان المحافظة على الثبات النسبي لعددها يرتبط بالمحافظة على عمليتي تكوينها وتحطيمها. ان متوسط طول جياة الكريات البيضاء قصير جداً فالحبيبية ٣ ايام واللمفية ٨ ساعات فقط وفي حالة المرض يمكن أن تهلك جميع الخلايا البيضاء في ليلة واحدة. وتعزل الكريات الميتة والاجزاء المتكونة نتيجة تحليلها في الكبد والطحال وجهاز البطانة الشبكي وعدا ذلك فان الكريات البيضاء مضافاً لها المواد الملتهمة من قبلها ممكن ان تدخل التجويف المعوي وتهضم هنا وبهذه الطريقة تعزل المواد والاجسام

الغريبة الملتهمة من قبل الكريات البيضاء ويستفاد ايضاً من الحوامض النووية لبروتينات الكريات البيضاء في صناعات جديدة. والكريات البيضاء تشبه الحمراء من حيث انها تتطور من نفس الخلايا الدموية الاولية haemocytoblasts الا انه يتم ذلك خارج الاوعية الدموية فالخلايا الحبيبية تتكون في نسيج نخاع العظم اما اللمفية تتكون بشكل رئيسي في الطحال (العقيدات الثانوية) وكذلك في العقد اللمفاوية. هناك مجموعة من العوامل تؤثر على تكوين الكريات البيضاء منها ظهور الاجسام الغريبة ، المواد المهيجة ، البكتريا ونواتجها ، نواتج الخلايا ، الفيتامينات (B_2, B_1) حامض الفوليك Follic acid وهرمونات الغدة الكظرية ، الدرقية ، الغدد التناسلية وكذلك التغذية ، الحمل ، العمل العضلي ، العمر والخ. ان المحفزات او المهيجات المباشرة مثل البكتريا ونواتجها ، البروتينات الغريبة ونواتج النيوكليوتيدي بجميع الاحتمالات تحفزعن الطريق العصبي خلايا محددة في الدماغ المتوسط Diencephalon الذي من خلال الاعصاب السمبثاوية ترسل تحفيزاتها الى الكبد الذي ينتج فيه مواد تدعى Leucopoieten وهذه المواد تحفز نخاع العظام عن طريق الدم وتنشط عملية تكوين الخلايا البيضاء وارسالها الى الدم. وتكون الصفيحات الدموية في الخلايا العملاقة او الكبيرة megakaryo cyte الموجودة في نخاع العظام والصفيحات الدموية تمثل جزئيات او قطعيات من السايتوبلازم التي تنفصل من هذه الخلايا.

المجاميع الدموية Blood groups

عند مزج دم من نوع معين مع دم حيوان من نوع اخر فان الخلايا الدموية الحمراء للدم الغريب تتلازن فيما بينها agglutination ويتحلل الدم hemmolysis ويحدث اختلاف في التلازن heteroagglut ination ويمكن ان تحدث هذه العمليات عند اعطاء دم حيوان الى آخر من نفس النوع او من شخص الى اخرIso agglutination. ان سبب التلازن هووجود كلوبيولينات خاصة في الكريات الحمراء تمتلك صفات وخواص المستضدات antigenes وهذه الكلوبيولينات تحفز تكوين مضادات الاجسام antibodies. وهناك اربعة تراكيب دموية في الانسان تكون المجاميع الدموية التالية: —

المجموعة A– تحوي على لزين A (A- agglutiongen) في الكريات الحمراء والملزن–
(β.- agglutinin) في البلازما .
المجموعة B– تحوي على لزين– B في الكريات الحمراء والملزن– α في البلازما .
المجموعة AB تحوي على لزين– AB في الكريات الحمراء وليس لها ملزن في البلازما .
المجموعة O– لاتحوي على لزين في الكريات الحمراء وفي البلازما يوجد الملزن -X,B

وقد اثبت ان حوالي ٤٠ ٪ من الناس يحملون دم من المجموعة O و ٣٠ ٪ من المجموعة A و ١٥ ٪ من المجموعة B و ٦ ٪ من المجموعة AB . وتكون الانتماءات الى المجاميع السابقة نتيجة التوارث على اساس التغلب الوراثي المرتبط بالجنس وفي حالة نقل دم من شخص لاخر فان الشخصي المعطي يدعى الواهب donor ومستقبل الدم يسمى المستلم receptor . ويمكن لكل مجموعة ان تعطي الدم الى نفس مجموعتها بحرية تامة وتعتبر المجموعة O واهب عام وذلك لعدم وجود اللزين في كريات الدم الحمراء لديها . والمجموعة AB تعتبر مستلم عام وذلك لعدم وجود الملزن في السيرم serum (مصل الدم) . وفي حالة نقل الدم بين المجاميع المختلفة المنشأ heterogeneous فان الكمية المعطاة يجب ان لاتتجاوز ٣٠٠ مللتر. واضافة لما سبق من المجاميع الدموية فان كريات الدم الحمراء لـ ٨٥ ٪ من الناس تحوي على عامل اخر يدعى بالعامل الريصي Rhesus–factor او يدعى Rh–factor الذي يوجد في ثلاث اشكال مختلفة هذا وقد تعقدت المجاميع الدموية في السنوات الاخيرة نتيجة لاكتشاف لزينات جديدة . ففي كريات الدم الحمراء التي لاتحوي على Rh–factor اكتشف وجود Hr–factor الذي يكون متضاد مع Rh–factor وهذا ايضا يكون على ثلاثة اشكال مختلفة ماعدا ذلك فقد وجد العديد من اللزينات مثل Zk, Fy, Le, IN, K, D, P,S, N, M وغيرها . وبهذا فان الخلط او الدمج بين هذه العوامل اعطت رقما كبيرا جدا وعموما عند اجراء عملية نقل الدم يكفي فقط تحديد المجاميع الدموية الاربعة الرئيسية عن طريق اللزينات B, A وكذلك Rh, Hr–factor .

كذلك هناك مجاميع دموية في الحيوانات الزراعية ولكنها لم تكن مطابقة الى المجاميع الموجودة في الانسان بالرغم من تسميتها بنفس الاسماء اللاتينية وهذه خاصة لكل نوع من الحيوانات .

وقد تم بنجاح استخدام المجاميع الدموية في الحيوانات في عملية التحسين الوراثي عند الكشف والمحافظة على الخطوط الدموية وكذلك تجهيز المتنجين بالمعلومات عن اصل ومنشا الانواع وذلك بفحص الاجيال عن طريق النسل وغيره. وبهذا فالعلم الخاص بالمجاميع الدموية ظهر كعامل مهم في تربية وتحسين الحيوانات الحديثة.

وباستخدام الطريقة المناعية Lmmunization عن طريق معاملة حيوانات التجربة بكريات دم حمراء للابقار تم اكتشاف عدد ضخم من العوامل الدموية التي تشابه بخواصها الكيمياوية السكريات المتعددة المخاطية mucopoly saccharides وبهذه الطريقة تم اثبات ٥١ عامل دموي blood factor (مستضدات) لحد الان في دم الابقار وبسبب الصعوبة في تسميتها فقد دمجت في احد عشر مجموعة دموية مختلفة الانظمة. وفي الحصان فان اكتشاف الاضداد النشطة قاد باستمرار الى اثبات ١٠ عوامل دموية مختلفة هي :-

K, J, I, H, G, F, E, E, D, C, A

ولكن عن طريق المناعة اكتشف اكثر من ١٩ عامل. واكتشف في الخنازير ١٥ عامل اما في الكلاب فقد اثبت وجود الملزنات الطبيعية التي تدعى ملزنات Anti – j وملزنات Anti – I. باستخدام الطريقة المناعية في الدواجن فقد تم اكتشاف ٧ انظمة دموية لحد الان التي تمثل باحرف D, E, L, N, A, B, C وكل من هذه الانظمة ممكن ان تحوي على مجموعة من العوامل فعلي سبيل المثال النظام الدموي A يحوي على العوامل A_3, A_2, A_1 وهكذا فقد اثبت في الدواجن ان النظام الدموي A يشمل ٩ عوامل مختلفة اما النظام B فيشمل ٥ عوامل مختلفة.

اللمف، تكونه وحركته Lymph its formation and movement

يكون الدم على اتصال مباشر مع خلايا الانسجة في الكبد والطحال فقط اما في باقي انحاء الجسم الاخرى فان الوسيط الرئيسي بين الخلايا والدم هو السائل النسيجي ومن خلاله تنتقل المواد الغذائية وبقية المواد المحمولة مع الدم الى الخلايا ويوخذ عن طريقة المواد المتكونة نتيجة الفعاليات الحيوية للخلايا.

ان كمية السائل النسيجي في الجسم كبيرة وهي اكثر من الدم وتصل حوالي ٥٠٪ من مجمل كمية الماء الكلية الموجودة في جسم الكائن الحي. وينتقل السائل النسيجي باستمرار من خلال الفراغات بين الخلايا في داخل الشعيرات اللمفاوية المغلقة النهايات وعليه فان الشعيرات اللمفاوية تبدا من الفراغات بين الخلايا. وتمتاز جدران الشعيرات اللمفاوية بانها ذات نفاذية عالية لمختلف المواد كذلك فهي تمتص السوائل الغروية وغيرها بسهولة.

ويتجه السائل النسيجي نحو الاوعية اللمفاوية الاكبر ويختلط هناك مع سوائل نسيجية اخرى قادمة من اعضاء مختلفة ويكون بذلك سائل عام يدعى اللمف. تتجمع الاوعية اللمفاوية في اوعية اكبر فاكبر لحين تكون الوعاء اللمفاوي الصدري والوعائين اللمفاويين الايسر والايمن للقصبة الهوائية. ومن خلال هذه الاوعية يصل اللمف الى الوريد الاجوف العلوي Superior vena cava ويختلط بالدم. وللمف الجاري من الاعضاء المختلفة صفات تعكس خواص عمليات الايض المختلفة في كل عضو ولهذا فاللمف المقاوم من الكبد يحتوي على بروتينات اكثر واللمف القادم من الاوعية اللمفاوية للغدد الصماء يحوي على هرمونات اكثر وهكذا.

وتنتشر الغدد او العقد اللمفاوية Lymphatic nodes على طول مسار الاوعية اللمفاوية ولهذه العقد وظائف دموية مثل انتاج الخلايا اللمفية Lymphocytes وكذلك تلعب دورا دفاعيا مهما فهي تمثل الحاجز او العائق لمختلف الاحياء الدقيقة microorganism والسموم القادمة مع اللمف الجاري من الانسجة في منطقة العقد اللمفاوية الخاصة كذلك تتجلى اهمية الجهاز اللمفاوي في الوظيفة الهضمية حيث تمتلك الزغابات المعوية Intestinal Villosity اوعية لمفاوية Lactreal متطورة بشكل جيد وبواسطتها يتم امتصاص الدهون بشكل خاص.

تركيب اللمف– اللمف سائل عديم اللون او اصفر فاتح وهو بتركيبه وخواصه يشابه بلازما الدم. الوزن النوعي للمف هو ١,٠٢٣ – ١,٠٢٦ واسه الهدروجيني PH يكون مقاربا الى ماهو عليه في الدم. اما محتوياته من البروتينات (الاح albumin والكلوبيولين globulin) فهو ٠,٣ – ٠,٥٪ وبمقارنتها مع بروتينات البلازما التي تحوي على ٦ – ٨٪ فانها تكون اقل بكثير وتكون نفاذية جدران الشعيرات اللمفاوية الى البروتينات

ضعيفة وهذه الظاهرة او التكيف الفسيولوجي مهمة لان كمية السائل النسيجي في الجسم كبيرة جدا ولو حدث وسمح للبروتينات بالنفوذ عبر جدران الشعيرات اللمفاوية فانه سيحصل ان يمتلك الجسم مصادر ضخمة جدا من البروتينات موجودة داخل السائل النسيجي.

يحوي اللمف على كميات قليلة من منشيء الليفين Fibrinogen وهو يشابه بلازما الدم في قدرته على التخثر ويحتوي على كميات قليلة من الدهن والتي تعتمد على الحالة الغذائية لان امتصاص الدهون يتم عن طريق اللمف وترتفع كميتها بعد التغذية لتصل الى ٣-٤٪ خاصة عندما يحوي الغذاء نسبة عالية من الدهون، وفي هذه الحالة فان اللمف السائر من الامعاء خلال فترة التغذية يكون غني بقطيرات دهنية وهو يشابه الحليب بذلك يسمى ذلك اللمف بعصير الحليب Succus milk وتتراوح كمية سكر الكلوكوز، الانزيمات والاجسام المضادة Antibodies بحدود ٠٦ ,٠-١٦,٠٪ في اللمف.

ويكون تركيز الاملاح المعدنية في اللمف مقاربا الى تركيزه في بلازما الدم ٠,٨-٠,٩٪ ويمثل ملح الطعام Nacl اعلى نسبة. وتوجد في اللمف الكريات الدموية البيضاء والجزء الاكبر منها يكون خلايا لمفية والبقية تكون خلايا حامضية ووحيدة النواة ولايوجد في اللمف خلايا دموية حمراء.

تكون اللمف– Iymph formation

تكون عملية تكوين اللمف معقدة ومرتبطة بعبور الماء ومجموعة من المواد الذائبة في بلازما الدم من الشعيرات الدموية الى الانسجة وبعد ذلك من الانسجة الى الاوعية اللمفاوية.

واعطي التوضيح الاول لميكانيكية تكون اللمف العالم لودفيج K. Lodveg الذي اكتشف نظرية الترشيح Filtration theory والتي تقول بان اللمف يتكون نتيجة ترشيح بلازما الدم خلال جدران الشعيرات الدموية الموجودة في فراغات بين الانسجة تحت تأثير ضغط الهايدروستاتك hydrestatic Pressure في الشعيرات.

وتمثل جدران الشعيرات الدموية اغشية نصف نفاذة وذات ثقوب صغيرة جدا تنجز من خلالها عملية الترشيح. وبما ان احجام هذه الثقوب تكون مختلفة باختلاف الاعضاء

فالمتوقع هو اختلاف نفاذيتها ، وعلى سبيل المثال تمتلك الشعيرات الدموية للكبد نفاذية عالية فالكبد يمكن ان ينتج ٠,٥ مل لمف لكل ١ كغم من وزنه لكل دقيقة وهذا يعني ان الكبد له قدرة مقدارها عشرات المرات اعلى من بقية الاعضاء في انتاج اللمف ولهذا فاكثر من نصف اللمف المار خلال القناة الصدرية يتكون في الكبد ويتصف اللمف المتكون في الكبد بارتفاع البروتينات فيه فهي تمثل حوالي ٩٠٪ من بروتينات البلازما.

بعد ذلك اوضح العالم ستارلنك starling انه اضافة الى اهمية الضغط الهيادردستايتكي hydro static pressure في عملية الترشيح هناك اهمية لفرق الضغط الغروي-التناضحي Colliod – Osmotic Pressure بين بلازما الدم وبين السائل النسيجي ، وبالنسبة الى العالم المذكور فان العلاقة بين الضغط الهايدروستاتيكي والضغط الغروي-التناضحي تعتبر عامل (كيمياوي وفيزياوي) اساسي حيث تحدد انتقال السائل من الشعيرات الدموية الى الانسجة وبالعكس. ويتحدد الضغط الغروي-التناضحي بشكل رئيسي من قبل البروتينات ولهذا فهو يكون اعلى في بلازما الدم نتيجة لارتفاع البروتينات من جهة وعدم امكانية عبورها خلال جدران الشعيرات من جهة ثانية.

ويترشح تحت تأثير الضغط الهايدروستايتيكي قسم من بلازما الدم خلال جدران الشعيرات الدموية ويدخل في الفراغات بين الخلايا ويملئها على هيئة سائل نسيجي ويعمل الضغط الغروي-التناضحي لبلازما الدم على منع خروج السائل من الشعيرات الدموية. ان الفرق بين الضغطين (الهايدروستايتيكي والغروي- التناضحي) هو الذي يحدد حجم الترشيح. وقد اثبت ان عملية الترشيح تنجز في نهايات الشرايين في منطقة الشعيرات الدموية فقط ويكون الضغط الهايدروستايتيكي في هذه المنطقة مساويا الى ٣٢ ملم زئبق وهو يتجاوز بذلك الضغط الغروي-التناضحي بشكل واضح والذي يساوي ٢٥ ملم زئبق وبهذا ففي هذه المنطقة تتغلب عملية الترشيح. وفي الطرف الوريدي للشعيرات الدموية يصبح الضغط الهايدروستاتيكي اقل (١٠ ملم زئبق) بينما يحافظ الضغط الغروي-التناضحي على مستواه او يرتفع قليلا نتيجة للسائل الخارج في الطرف الشرياني وفي هذه الحالة يحدث ان يدخل السائل النسيجي في الطرف الوريدي للشعيرات. وعموما في الحالات الطبيعية تكون الكمية الخارجية من السائل في الطرف الشرياني للشعيرة اكثر من الكمية العائدة في الطرف الوريدي لها وبهذا يتكون اللمف باستمرار ويتحرك في الجسم.

ويحفز ارتفاع ضغط الدم وانخفاض الضغط الغروي-التناضحي في الشعيرات الدموية عملية الترشيح وتكوين اللمف والعكس صحيح، فانخفاض الضغط الاول وارتفاع الثاني يقلل من تكوين اللمف. ويمنع ارتفاع الضغط الهايدروستاتيكي داخل الانسجة عملية الترشيح اما ارتفاع الضغط الغروي- التناضحي فيزيدها.

ويزداد تكوين اللمف في حالة العمل والنشاط العالي للاعضاء وكذلك في حالة افراز النواتج النهائية لعمليات الايض ويمكن زيادة تكوين اللمف في حالة زيادة نفاذية جدران الشعيرات الدموية تحت تاثير الهستامين histamine والببتون peptones، او مستخلصات بعض القشريات Crustaceus والطفيليات وغيرها.

وحقن الدم بكميات كبيرة من السكر، الملح، الكارباميد يزيد من تكوين اللمف نتيجة ارتفاع الضغط الهايدروستاتيكي وانخفاض الضغط الغروي-التناضحي في الاوعية الدموية. وتلعب الخلايا الطلائية endothelial Cells لجدران الشعيرات الدموية دورا مهما في عملية تكوين اللمف والترشيح من خلال المميزات الخاصة لتركيبها والنفاذية الاختيارية لها وفي الحالات الاعتيادية للجسم يوجد توافق بين عملية تكوين اللمف ودورانه فعندما تكون عملية تكوين اللمف اعلى من اللمف السائر او اللمف السائر يتاخر في الانسجة فان تكوين اللمف يتوقف ويتكون مايسمى بالانتفاخ او التورم Tume faction. وينتقل اللمف باستمرار من الانسجة نحو الاوعية اللمفاوية الكبيرة ومن هناك الى الوريد الاجوف العلوي والقلب وتتحدد هذه الحركة من الفرق في الضغط بين القسم البدائي والنهائي للجهاز اللمفاوي فيكون في اللمف اعلى في القسم البدائي واقل حركة في القسم او منطقة اتصال الاوعية اللمفاوية بالوريد.

ويساعد السير المستمر للسائل اللمف في حركته ويساعد ايضا من قبل الالياف العضلية الواقعة في الاوعية اللمفاوية الصغيرة والتي تنجز حركات منتظمة (٨-٢٢ في الدقيقة) وتكون حركة اللمف باتجاه واحد نحو الوريد الاجوف العلوي نتيجة لوجود الصمامات التي تمنع رجوعه، وحركة اللمف نحو القلب تساعد من قبل قوة السحب للقلب نتيجة لتقلصه وانبساطه.

وسرعة اللمف بطيئة جدا (٢٤٠-٣٠٠ملم/الدقيقة) (في الاوردة المسافة هذه تقطع من قبل الدم بثانية واحدة فقط). ويمر اللمف عند رجوعه الى الدم خلال العقد

اللمفاوية الواقعة في اماكن متفرقة من الجسم وهذه العقد لها دور دفاعي مهم لانها تمثل المرشحات التي تحجز وتحطم مختلف المكروبات المرضية وبعض المواد الساقطة في اللمف بواسطة الالتهام وكذلك تمنع الضرر الناتج من سموم بعض البكتريا.

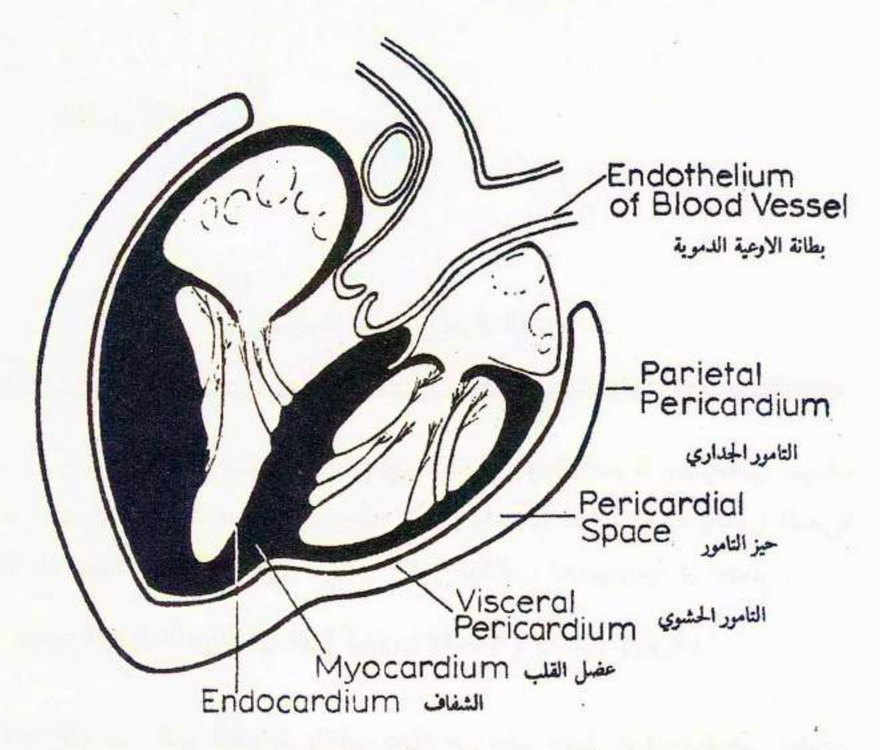
الفصل الثامن

فسلجة القلب والدورة الدموية

في الحيوانات الراقية ومنها الانسان يكون القلب والاوعية الدموية جهاز مغلق يسير فيه الدم باستمرار نتيجة لتقلص القلب وهده الحركة المستمرة للقلب تعرف بالدورة الدموية blood circulation والتي هي ضرورية لانجاز الوظائف الفسيولوجية في الجسم.

وتقسم الدورة الدموية الى دورة كبرى [الجسمية) وصغرى (رئوية).

فسلجة القلب : قلب اللبائن والطيور عبارة عن عضو عضلي مجوف مخروطي الشكل ومقسم طوليا الى نصفين ايمن وايسر يكونا معزولين عن بعضهما البعض ويقسم كل نصف الى جزئين حيث النصف الايمن ينقسم الى جزء علوي او امامي يعرف بالاذين الايمن right atrium وآخر سفلي او خلفي هو البطين الايمن right Ventricle والنصف الايسر كذلك يقسم الى جزء علوي او امامي هو الاذين الايسر Left atrium وآخر سفلي او خلفي وهو البطين الايسر Left ventricle s وتتجه قمة القلب apex نحو التجويف البطني ويحاط القلب بكيس مصلي يدعى التامور pericardium اوكيس التامور pericardial sac الذي يكون مغلق تماما وحاويا على كمية قليلة من سائل يمنع الاحتكاك (التزييت ، الانزلاق) ويتكون التامور من طبقتين متميزيتين داخلية ملاصقة للسطح الخارجي للقلب وتسمى التامور الحشوي Visceral pericardium او النخاب epicardium اما الخارجية فتسمى التامور الجداري Parietal pericardium والتي تستمر مع طبقة التامور الحشوي عند قاعدة القلب التي تدعم وتقوي بواسطة الطبقة الليفية السطحية Super ficial fibrous layer التي تغطي بعد ذلك بطبقة الجنب المنصفة mediastinal pleura layer او تسمى الجنبة التامورية (شكل ٨-١).



شكل (٨ - ١) القلب وأغلفته (1981) Frandson

تركيب القلب - يتالف جدار القلب من ثلاث طبقات هي الغطاء المصلي الخارجي والذي يعرف بالنخاب epicardium والغشاء البطاني المعروف بالشغاف endocardium والطبقة العضلية السميكة التي هي عضلة القلب myocardium التي تكون مخططة لاارادية . يمثل النخاب الطبقة الحشوية للتامور وطبقة الشغاف تمثل خلايا بطانية حرشفية بسيطة تغطي تجاويف القلب والصمامات وتستمر مع غلاف الاوعية الدموية وتسمى عضلة القلب ايضا بالعضلة المخططة اللارادية . Involuntary striated muscle وهي مشابه في عدة صفات الى الالياف العضلية المخططة الارادية على الرغم ان الخطوط تكون ادق منها في العضلات الجسمية فكلا النوعين من العضلات يحوي على الهيولي العضلي Sarcoplasm وبدرجة كبيرة وكذلك على ليفات عضلية myofibrils ، شبيكات الهيولي العضلية sareoplasmic reticlum ، النبيبات المستعرضة transverse tubules ، النوى nuclei والغمد العضلي Sarcolemma . اما الأختلاف الأكثر وضوحاً فيتمثل في ميل الياف العضلة القلبية الترابط مع بعضها مكونة شبكة . وفعل جهد عضلة القلب

Cardiac action potential يكون ابطأ من العضلات الجسمية حيث يدوم حوالي ۰,۱٥ ثانية في الأذين و۰,۳ ثانية في البطين في حين يدوم في العضلة الجسمية ذلك حوالي ۰,۰۰٥-۰,۰۱ ثانية. كذلك الزمن المستغرق لتقلص العضلة القلبية يكون أطول مما يستغرقه فعل الجهد العضلي. وبدلاً من ذروة فعل الجهد الحاد Sharp spike polential فان فعل جهد عضلة يكون طويلاً أشبه بالهضبة Plateau التي تمتد على طول وقت فعل الجهد وتقلص العضلة. وتعطي هذه الفترة الممتدة الوقت اللازم لضخ الدم خارج البطينات وكذلك ملئها قبل ضربة القلب اللاحقة. هذا وتصاب الماشية التي تعيش في المناطق المرتفعة عن سطح البحر بتضخم القلب hypertrophy او يعرف بمرض Brisket disease.

تمتلك خلايا عضلة القلب خطوط متقاطعة وتكون نواتها مركزية الموقع اكثر من خلايا العضلات المخططة الارادية. وتترتب الالياف العضلية القلبية على شكل حلزوني ويعود السبب في ذلك لان القلب يتطور من انبوب منفرد ينقسم وبالتالي يلتف حول نفسه. وبين كل اذين وبطين ولكلا الجانبين هناك صمام كبير يفصلها عن بعضها يدعى الصمام البطيني الاذيني Atrioventricular valve (A-v) valvs يكون الايسر منها ذو الشرفتين bicuspid valve لأن في الانسان هناك سدلتان او شرفتان متميزتان، بينما الواقع في جهة اليمين يدعى بالصمام التاجي mitral valva او يسمى كذلك بالصمام ذو الثلاث شرفات Tricuspid valve لانه يتالف من ثلاث سدلات او شرفات وترتبط المنطقة العليا للصمام بالجدار الرقيق للبطين عند نقطة ارتباط الاذين بالبطين والنهايات الحرة للشرفة ترتبط بشكل غير مباشر بجدار البطين عن طريق الحبال الليفية المسمات الاوتار القلبية Chordae tendinea وهذه تمنع دخول الصمام الى داخل الاذين عندما يتقلص البطين، ويغلق الصمام البطيني- الاذيني بواسطة قوة ضغط الدم الموجهة على هذا الصمام من داخل البطين.

وهناك الصمام الهلالي الابهري aertic semilunar valve الذي يتالف من ثلاث شرفات ويقع عند منطقة اتصال البطين الايسر بالابهر. اما الصمام الهلالي الرئوي pulmonary semilunar' valve فهو مشابه الى الصمام السابق له وواقع عند نقطة اتصال البطين الايمن بالشريان الرئوي وكل من هذين الصمامين يكون مسؤول عن منع [illegible] الدم الى البطين في حالة ارتخاء ذلك البطين. الطريقة الاسهل لمعرفة فكرة التنظيم

الداخلي للقلب هو تتبع حركة الدم خلال القلب والرئتين. فالدم العائد الى القلب من الدورة الجسمية عادة يدعى بالدم الوريدي حيث يكون منخفض نسبياً في محتواه من الاوكسجين في حين الدم نفسه يحمل بواسطة الشريان الرئوي.

ان تسمية الدم الوريدي الى حد ما تكون غير ملائمة لذلك فهنا نسميه بالدم غير المؤكسج unoxygenated blood. يرجع الدم الى القلب بواسطة الوريد الرئوي pulmonary vein وبعد ذلك يوزع الى الجسم بواسطة الشرايين الجسمية ويسمى هذا الدم عادة بالدم الشرياني arterial blood الذي يكون مرتفع نسبياً في كمية الاوكسجين لذلك نسميه هنا بالدم المؤكسج. oxygenated blood بدلا من الدم الشرياني. يعود الدم غير المؤكسج الى القلب بواسطة الوريد الاجوف العلوي او الرأسي cranial vena cava والوريد الاجوف السفلي او الذيلي Caudal vena cava ويدخل هذين الوريدين الكبيرين الى الاذين الايمن للقلب الذي يكون ذو جدار رقيق. بعد ذلك يعبر الدم خلال الصمام البطيني- الاذيني الايمن داخل البطين الايمن. ولا يصل البطين تماماً الى قمة القلب apex of heart حيث يشغل البطين الايسر هذه القمة. من الجانب الايمن فأن البطين الايمن يلتف بشكل حلزوني حول الجهة الرأسية للقلب وينتهي على شكل شريان مخروطي Conus arteriosus عند الجهة اليسرى لقاعدة القلب. ويكون الشريان المخروطي اشبه بالقمع الذي ينشأ منه الشريان الرئوي. وبعد الصمام الهلالي الرئوي تماماً يقسم الشريان الرئوي الى فرعين وكل فرع يحمل الدم غير المؤكسج الى الشعيرات الدموية في كل رئة حيث يتم تبادل ثاني اوكسيد الكاربون في الدم مع الاوكسجين في الاسناخ (الحويصلات) الهوائية alveolar air وترجع الاوردة الرئوية الدم المؤكسج من الرئتين الى الذين الايسر ومنه خلال الصمام الاذيني- البطيني الايسر ينتقل الدم الى البطين الايسر. ويضخ البطين الايسر بعد ذلك الدم المؤكسج الى الابهر ليقوم بدوره مع تفرعاته بنقل هذا الدم المؤكسج الى جميع انحاء الجسم بما فيها القلب والرئتين.

الاوعية الدموية :- blood vessels

الاوعية الدومية تشبه في تفرعاتها الاشجار حيث تبدأ الشرايين الكبيرة بالتفرع الى شرايين اصغر فأصغر لحين الوصول الى اصغر الشرايين التي تدعى بالشريينات arterioles وهذه تستمر بالتفرع لتنتهي بالشعيرات الدموية blood Capillaries التي تتحد فيا بينها

ثانية لتكوين الوريدات venules التي تتحدد مع بعضها مكونة اوعية اكبر هي الاوردة veins وبعد ذلك يفرغ اكبر الاوردة داخل اذين القلب.

١ - الشرايين : - Arteries

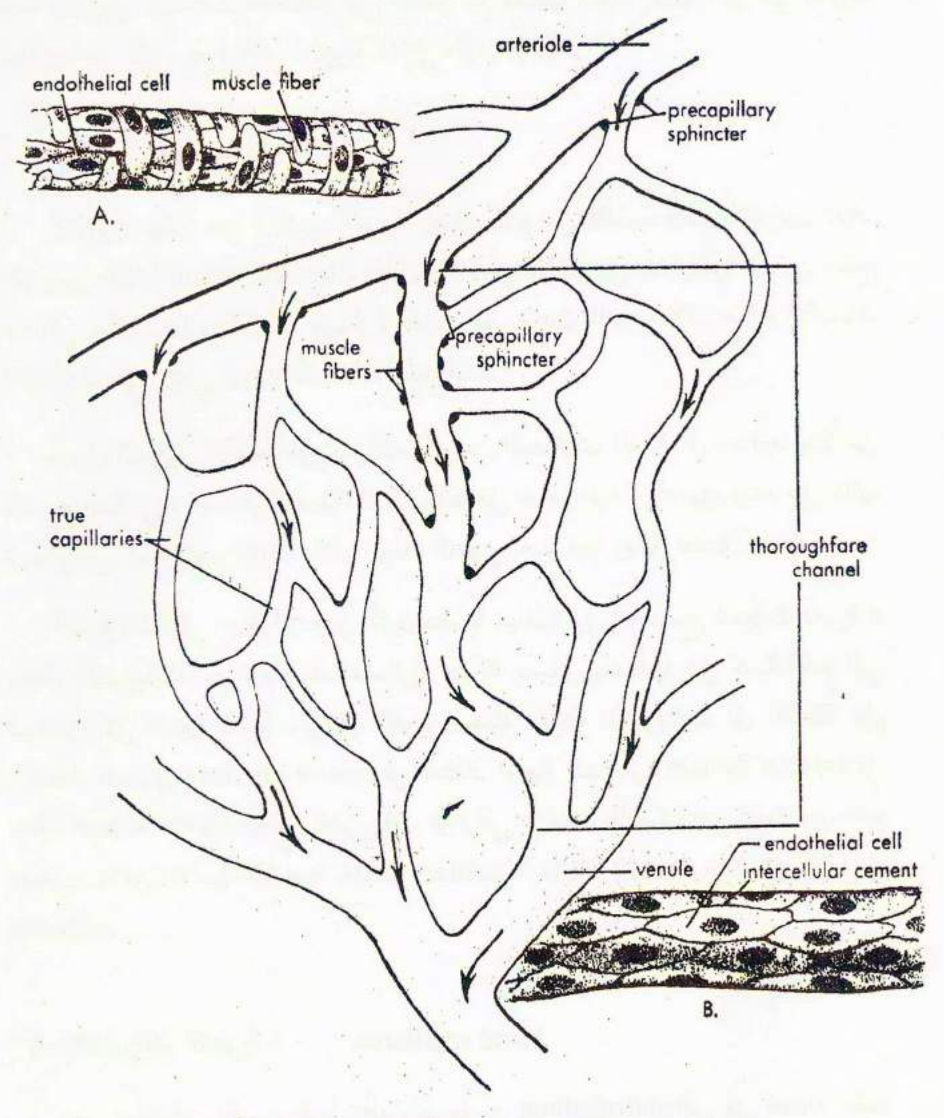
الشرايين عبارة عن تراكيب انبوبية تحمل الدم من القلب واكبر الشرايين تعرف بالشرايين المطاطة Elastic arteries وذلك لان الجزء الاكبر من جدارها يتالف من نسيج مطاطي وتكون هذه المطاطية مهمة للحفاظ على ضغط الدم خلال عملية الانبساط diastole التي ترتخي relaxed خلالها البطينات.

وتحوي الشرايين الاصغر على كميات اكبر من العضلات الملساء في جدارها بدلاً من النسيج المطاطي ، وتسيطر العضلة الملساء هذه على حجم الوعاء الدموي وبناء على ذلك تسيطر على كمية الدم المارة خلال الوعاء الدموي عند فترة زمنية محددة.

الشريينات التي اصغر الشرايين تكون عضلية مباشرة قبل ان تصبح شعيرات دموية او يحيط بالشريينات عضلات ملساء دائرية سميكة يسيطر بواسطتها على كمية الدم التي تستلمها كل شعيرة دموية ويؤدي تقلص العضلة المحيطة بالشريينات الى المحافظة على الضغط الدموي blood pressure على امتداد الجهاز الشرياني arterial System ففي حالة الصدمة shock تتوسع الشريينات او ترتخي وبذلك فأن كميات كبيرة من الدم تذهب داخل الاسرة الشعرية Capillary beds خاصة تلك الموجودة في الاحشاء vescera.

٢ - الشعيرات الدموية - blood capillaries

وهي عبارة عن انابيب رفيعة تتألف تقريباً من endothelium التي هي امتداد لطبقة الظهارة الحرشفية البسيطة simple squamous eqithelium التي تبطن القلب والاوعية الدموية (شكل ٨ - ٢). ويمكن ملاحظة ان كل ملمتر مربع واحد من مقطع مستعرض للعضلة التوأمية muscle gastrecnemius في الحصان يحوي على ١٣٥٠ شعيرة دموية وفي الكلاب ٢٦٠٠ والفئران ٤٠٠٠ والضفدع ٤٠٠ فقط. وكذلك قدر مجموع اطوال الشعيرات الدموية في الحيوانات الزراعية بحوالي ١٠٠,٠٠٠ كيلومتر. وتكون الشعيرات



شكل (٨– ٢) يوضح الشعيرات الدموية ، الوريدات الشريينات (1981) Frandson .

الدموية ذات جدران رقيقة وذات قطر يكفي فقط لمرور طابور منفرد من الكريات الدموية الحمراء ويعمل جدار الشعيرة كغشاء نفاذ اختياري selective permeable membrane حيث يسمح للماء والاوكسجين والمواد الغذائية بمغادرة الدم الى الانسجة وخلاياها وبنفس الوقت يسمح لنواتج الفضلات من خلايا الانسجة العبور الى داخل

الدم. ويعود الكثير من السائل الخارج من جدران الشعيرات الدموية الى مجالات النسيج tissue spaces مرة اخرى الى الدم عن طريق جدران الشعيرات الدموية. في حين يبقى بعض من السائل في الانسجة كسائل نسيجي والزيادة في السائل تزال عادة بواسطة الاوعية اللمفاوية. بالاضافة الى شبكة الشعيرات الدموية او وسائد الشعيرات الدموية التي تتوسط بين الشريينات والوريدات هناك روابط اكبر تعرف بالتحويلات او التشابكات الوريدية الشريانية arteriovenous anastomoses shunt هذه التحويلات المباشرة تسمح بتحرك دم اكثر الى جزء ما من الجسم مما لو استخدم فقط الانتقال عن طريق الشعيرات الدموية. وتساعد الزيادة هذه في حركة الدم في الحالات المفاجئة الى تبديل حجم اكبر من الدم وكذلك زيادة طرح الحرارة عن طريق الجلد وزيادة الاوكسجين في الرئتين.

٣- الاوردة Venis

تكون الاوردة اكبر من الشرايين المرافقة لها وذات جدران ارق مع كمية قليلة من النسيج العضلي. وتنتشر الصمامات بشكل غير منتظم على طول الجهاز الوريدي واللمفاوي وتتألف هذه الصمامات من شرفتين وغالباً ما يقع الصمام عند نقطة اتصاله وريدين او اكثر لتكوين وريد اكبر. ويكون اتجاه الصمامات مع حركة الدم نحو القلب وهي بذلك تمنع رجوع الدم وكذلك تسمح لتقلصات العضلات وحركة اجزاء الجسم في المساعدة على حركة الدم نحو القلب.

يكون ضغط الدم في الاوردة منخفضاً لذلك فقد ينتقل ضغط شرياني منخفض خلال الشعيرات الى الاوردة.

جهاز الدوران Circulatory System

١. الدورة الرئوية– Pulmonary Circulation

الدورة الرئوية هي تلك الجزء من الجهاز الوعائي التي يدور فيها الدم خلال الرئتين فالاذين يستلم الدم غير المؤكسج من الوريدين الاجوفين الرأسي والذيلي، ويعبر الدم بعد ذلك خلال الصمام الاذيني البطيني الايمن ومن ثم الى داخل الشريان الرئوي حيث يمنع

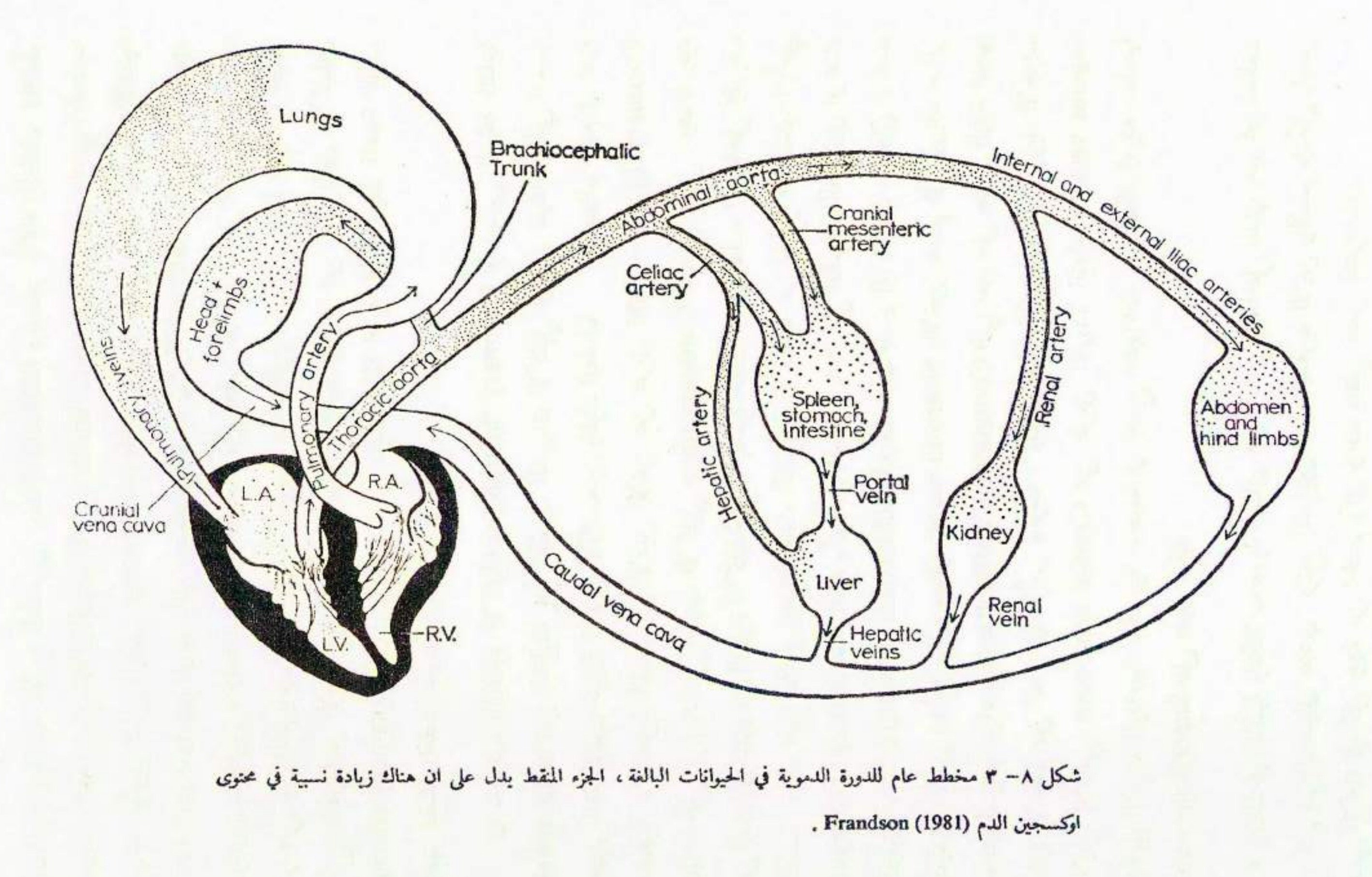
الصمام الهلالي الرئوي من رجوع الدم من الشريان الرئوي الى البطين الايمن وتضمن مطاطية الشريان التدفق المستمر للدم خلال اسرة الشعيرات الدموية للرئتين.

ويتفرع الشريان الرئوي بعد مسافة قصيرة الى فرعين ايمن يدخل الرئة اليمنى وأيسر يدخل الرئة اليسرى وكل فرع يتفرع مرة اخرى الى شرايين فصية Lobar arteries تذهب الى فصوص الرئتين. ثم بدورها تتفرع الى عدة فروع مكونة الشريينات التي تجهز اسرة الشعريات الدموية الكثيفة في الرئتين. وترتبط الشعيرات الدموية في الرئة بشكل اساسي مع الاسناخ alveoli التي هي اصغر اجزاء الممرات الهوائية للرئتين. وتوجد طبقة خفيفة من النسيج تفصل الدم عن الهواء لذلك توفر فرصة للاوكسجين في الهواء للتبادل مع ثاني اوكسيد الكاربون في الدم. وعلى ضوء التبادل الغازي هذا يتغير لون الدم من اللون المزرق غير المؤكسج (الدم الوريدي) الى اللون الاحمر الفاتح للدم المؤكسج (الدم الشرياني). ومن الجدير بالملاحظة ان الدورة الرئوية في الحيوانات البالغة فقط تعتبر المكان الوحيد الذي يوجد فيها الدم غير المؤكسج في الشرايين والمؤكسج في الاوردة. بعد ضخ الدم خلال اسرة الشعيرات الدموية في الرئة يذهب الى الوريدات، التي تتحد مكونة الاوردة الرئوية وبعد مغادرتها الرئتين مباشرة تفرغ الدم المؤكسج في الاذين الايسر وبهذا تكمل الدورة الرئوية.

٢. الدورة الجسمية – Systemic Circulation

وتسمى كذلك بالدورة البدنية Somatic circulation وتعبر عن حركة الدم المؤكسج الى كافة انحاء الجسم ورجوعه على شكل دم غير مؤكسج الى القلب (شكل ٨– ٣).

ويمكن تقسيم الدورة الجسمية الى عدة دورات كل واحد منها تجهز عضو وجزء خاص في الجسم، وهذه الدورات يمكن ان تقسم بدورها الى اجزاء اصغر مثل دورة الرأس، دورة الاطراف الامامية او الخلفية وهكذا. وعموماً فأن البطين الايسر يستلم الدم المؤكسج من الاذين الايسر ومن ثم يضخه الى الدورة الجسمية عن طريق الشريان الابهر الذي هو اكبر شريان جسمي ويمنع الصمام الشرياني aortic valve الواقع عند نقطة اتصال البطين الايسر بالابهر رجوع الدم من الابهر الى البطين الايسر عند ارتخاء البطين الايسر. ويتجه الابهر بعد مغادرة القلب نحو الجهة الظهرية ومن ثم نحو الخلف وباتجاه البطن عند الفقرات



شكل ٨– ٣ مخطط عام للدورة الدموية في الحيوانات البالغة ، الجزء المنقط يدل على ان هناك زيادة نسبية في محتوى اوكسجين الدم Frandson (1981) .

الصدرية ويعرف بالابهر الصدري thoracic aorta ويستمر باتجاه الخلف ويخترق الحجاب الحاجز من خلال الفوهة الابهرية aortic hiatus الموجودة بين جذري الحجاب الحاجز ليكون الابهر البطني abdominal aorta ويتفرع الابهر امام الفقرات القطنية lumbar yertebrae الى شريانيين حرقفيين خارجيين external iliac arteries وشريانيين حرقفيين داخليين internal iliac arteries وفي بعض الانواع ينغمر الشريان العجزي الوسطي بين الشريانين الحرقفين الداخليين. هذا وتخرج من الابهر عدة تفرعات حيث تخرج التفرعات الاولى منه قبل ان يغادر القلب وهذه هي الشريانين الاكليلين Coronary arteries الايمن والايسر، التي تؤلف حلقة اشبه بالتاج تحيط قاعدة القلب وتجهز عضلة القلب نفسها بالدم.

ان مايعرف بالخثارة الاكليلية Coronary thrombosis او تسمى الذبحة القلبية heart attack تعبر بالحقيقة عن تخثر في الشريان الاكليلي او احد تفرعاته والتي تسبب اضرار بالغة للقلب نتيجة لنقص الاوكسجين والمواد الغذائية . جع معظم الدم في اسرة الشعيرات الدموية للقلب الى الاذين الايمن عن طريق الاو . الاكليلية Coronary veins التي تفرغ بداخل الجيب الاكليلي Coronary sinus للاذين الايمن. وهناك جزء من الدم الوريدي من الدورة الاكليلية يعبر مباشرة خلال جدار القلب الى داخل تجاويف القلب. واول تفرع للابهر بعد تفرعات الشرايين الاكليلية هو الجذع العضدي الرأسي brachiocephalic trunk الذي يكون في الخيول باعثاً على الشريان العضدي او تحت الترقوى brachial (sub- clavian) artery وبعد ذلك يقسم الى شريان عضدي او تحت الترقوى الايمن وجذع ثنائي سباتي bicarotid trunk والاخير ينقسم الى شريان سباتي عادي ايمن وآخر ايسر Commmon Carotid artery التي تعبر على جانبي الرقبة لتجهز الجزء الاعظم من الدم الى الرأس والوجه، ومعظم هذا الدم يعود الى الوريد الاجوف الايمن الامامي Cranial vena cava عن طريق الاوردة الوداجية Jugular veins وتكون الاوردة الوداجية الخارجية موجودة في جميع الحيوانات على شكل اوردة سطحية Superficial veins على طول الرقبة.

* وهناك في الماشية والكلاب وريد اضافي هو الوداجي الداخلي الذي يعبر نحو الخلف مع كل شريان سباتي عادي. وتتبع الشرايين تحت الترقوية الايمن والايسر بشكل رئيسي نفس الاتجاه في كل جهة من الجسم وكل واحد يعطي نفس التفرعات.

وكل شريان تحت ترقوي يعبر في مقابل الضلع الاول لجهتهليجهزالاكتاف ، الرقبة والطرف الامامي لتلك الجهة ويتفرع الشريان تحت الترقوي داخل القفص الصدري الى عدة فروع منها الفقري Vertebral الضلعي – الرقبي Coato- Cervical ، الرقبي العميق deep Cervical ، الرقبي السطحي Superficial cervical ، والشرايين الصدرية الداخلية enternal thoracic arteries وتجهز فروع الشريان تحت الترقوي هذه الدم للجزء الخلفي من الرقبة والاضلاع الاولى من القفص الصدري والجزء الظهري للاكتاف. وبعد عبور الشريان تحت الترقوي الضلع الاول يستمر على طول الابط axilla ويسمى بالشريان الابطي axillary artery ويمتد بداخل العضلة المدملجة الكبيرة teres major muscle. من وتر العضلة المذكورة والى المرفق elbow فأن الشريان الرئيسي للطرف الامامي forelimb يدعى بالشريان العضدي brachial artery ويستمر خلف المرفق وبذلك يسمى الشريان الوسطي median artery. ويسمى النوع الرئيسي للشريان الوسطي بالشريان الراحي الوسطي medial palmer artery او يسمى الشريان الاصبعي العادي Common digital الذي يعبر بعيداً في السنغ metacarpus الى مؤخرة القائم االذي ينقسم الى الشريان الاصبعي الوسطي والشريان الاصبعي الجانبي Lateral digital . ويعبر الابهر راجعاً في القفص الصدري امام من الجهة البطنية معطياً عدد من الفروع الصغيرة الى التراكيب الصدرية مثل الفروع المتجهة الى المرىء ، الحجاب الحاجز والرئتين.

وتمتد الشرايين القصبية branchial arteries على طول القصبات وتجهز الدم المؤكسج الى انسجة الرئة هذا اضافة الى الدم غير المؤكسج المحمول بواسطة الشريان الرئوي Pulmonary artery وتعبر الشرايين بين الضلعية (الوريدية) inter costal arteries (معظمها ينشأ من الابهر) جانبياً ومن ثم الجهة البطنية مباشرة خلف كل زوج من الاضلاع وبكلمة اخرى هناك زوج من الشرايين بين الضلعية لكل زوج من الاضلاع ويجهز الجزء العضلي من الحجاب الحاجز بالدم بواسطة فروع الحجاب الحاجز Phrenic branchos للابهر الصدري ، ومباشرة بعد عبور الابهر الحجاب الحاجز ينشأ منه الشريان البطني Celiac artery الذي يكون كبير ومفرده ويجهز الدم بشكل عام للمعدة ، والطحال ، والكبد بواسطة الشرايين المعدية Gastric ، الطحالية Spleenic والكبدية Hepatic على التوالي. ومن الطبيعي ان يعتمد التفرع الدقيق للشريان البطني الى حد كبير على نوع

المعدة ففي المجترات يكون تفرعه اكثر تعقيداًمن الحيوانات غير المجترة او الحيوانات ذات المعدة البسيطة . ومباشرة خلف الشريان البطني يقع الشريان المساريقي الراسي Cranial mesentric artery الذي يكون كبير ومفرد ويتفرع الى شرايين اصغر تجهز معظم الامعاء الدقيقة وبصورة اكثر الامعاء الغليظة . ان عدد وتوزيع فروع الشريان المساريقي الرأسي يتباين بشكل كبير بين انواع الحيوانات حيث يكون في الخيول اكثر تعقيداً . ويستلم الجزء الذيلي من الامعاء الغليظة الدم من شريان مفرد صغير نسبياً يسمى الشريان المساريقي الذيلي Caudal mesentric artery وهناك الشرايين الكلوية Renal – artories التي تجهز الدم الى الكليتين والتي هي عبارة عن زوج من الشرايين تنشأ مباشرة خلف الشريان المساريقي الرأسي وكل شريان كلوي يظهر كبيراً مقارنة الى حجم الكلية . ووظيفة الشريان الكلوي هو ليس تجهيز الدم الشرياني الى الكلية فقط ، ولكن لحمل كميات كبيرة من الدم لترشيحها Filteration وتنقيتها في الكلية Purification .

وتنشأ مباشرة من الابهر او من الشرايين الكلوية او من الشرايين بين الضلعية او من الشرايين القطنية Lumbar arteries شرايين الغدة الكضرية . وبما ان الخصيتين في الذكور تقع خلف الكليتين مباشرة لذلك فأن تجهيزها الدموي يتم بواسطة الشرايين الخصوية Testicular arteries (الشرايين النطفية البينية Internal Spermatic) التي تنشأ خلف الشرايين الكلوية وتكون على هيئة زوج من الشرايين واحد منها يجهز خصية . وفي الاناث تسمى الشرايين المقارنة للذكور بشرايين المبيض Ovarian arteries (الرحمية المبيضية Uteroovarian) وهذا الزوج من الشرايين يجهز الدم الى الجزء الرأسي من قرني الرحم Uterine horns كما بهز المبايض ويعطي الابهر البطني بعض التفرعات مثل الشرايين القطنية التي تنشأ خلف الحجاب الحاجز وكل زوج من هذه الشرايين يعبر الاضلاع ليجهز الدم الى جدار الجسم في تلك المنطقة . والشرايين الحرقفية الداخلية Internal iliac التي هي اكثر التفرعات الوسطية للابهر تكون عبارة عن زوج من الشرايين ايمن وايسر وكل شريان حرقفي داخلي مع تفرعاته يجهز منطقة الحوض Pelvis والورك hip او الكثير من اعضاء التناسل الذكرية والانثوية .

فروع الشرايين الحرقفية الداخلية هي الشريان الالوي الرأسي Cranial gluteal والشريان الساد Obturator ، الشريان الالوي الذيلي Caudal gluteal والشريان الحياني الداخلي Internal pudendal اما الشرايين الحرقفية الخارجية فتعطي جزء من الدم الى

الجدار البطني ، وكيس الصفن Scrotum او الغدة اللبنية mammary glands ويستمر الى الاطراف الخلفية ويسمى الشرايين الفخذية femoral arteries والشريان الفخذي ينزل من المنطقة الوسطية للفخذ معطياً تفرعاته الى العضلات الرئيسية المحيطة بالفخذ ويستمر الشريان الفخذي باتجاه المنطقة السفلية ويسمى بالشريان المأبضيّ Popliteal artery وبعد ذلك بقليل ينقسم الشريان المأبضي الى شريان صنبوبي رأسي وآخر ذيلي Cranial & caudal tibial arteries . الشريان الصنبوبي الذيلي يجهز الدم الى عضلة الفخذ gaskin اما الشريان الصنبوبي الرأسي فيكون اكبر من الذيلي ويعبر نحو الامام بين الصنبوب tibia والشظية fibula وينزل الى مقدمة الرجل الى العرقوب hock ويجهز الشريان الصنبوبي الرأسي فروعاً الى مفصل العرقوب وينزل الى منطقة المشط metarsal region لذلك يسمى بالشريان المشطي الظهري (العظيم) dorsal (great) metatarsal . وعند النتوء في مؤخرة قائمة الفرس الزر fetlock ينقسم الشريان المشطي الظهري الى شريان اصبعي وسطي medial digital artery وشريان اصبعي جانبي .
ومع ملاحظة بعض الاستثناءات فان الاوردة تسمى بنفس اسماء الشرايين المصاحبة لها. والاوردة عموماً تكون اكبر من الشرايين المصاحبة لها واكثر عدداً وغالباً ما تكون سطحية (قريبة من الجلد). مثال ذلك الشريان العضدي يحمل الدم الى الطرف الامامي والاصابع ربما يرافقه اثنان او ثلاثة اوردة عضوية وترجع نفس الدم الى القلب. وكما موضح سابقاً بان جميع الاوردة تقريباً تصب في وريدين رئيسيين هما الوريد الاجوف الرأسي والذيلي وبهذا فان الدم غير المؤكسج يرجع الى الاذين الايمن للقلب. ويستلم الوريد الاجوف الرأسي الدم من الرأس والرقبة ، الاطراف الامامية وجزء من الصدر اما روافده فهي الاوردة الوداجية jugular veins (الداخلي والخارجي) ، الاوردة تحت الترقوية ، الاوردة الضلعية الرقبية Costo cervical والاوردة الصدرية الداخلية ، والاوردة الفقرية ، الوريد المفرد azygos vein ويستلم الوريد الوداجي الخارجي الدم بشكل رئيسي من منطقة الرأس وفي حالة وجود الوريد الوداجي الداخلي فانه يستلم مع الاوردة الفقرية الدم القادم من الدماغ brain ويستلم كلا وريدي تحت الترقوي الدم من نفس المنطقة التي يجهزها بها الشريان تحت الترقوي وتفرعاته التي تصل الى الاكتاف ، والرقبة والاطراف الامامية. ويتكون الوريد الاجوف الذيلي من اتحاد الوريدين الحرقفين الداخليين مع الوريدين الحرقفين الخارجيين ويستلم بالاضافة الى ذلك الاوردة القطنية ، والخصوية او المبيضية ، والكلوية والكظرية واوردة بين الضلعية (وريبية). وبما ان الوريد

الاجوف الذيلي يمر بالقرب من الكبد فأن بعض الاوردة الكبدية القصيرة تدخل اليه مباشرة من الكبد.

٣. الدورة البابية الكبدية Hepatic portal syetem

لهذه الدورة اهمية استثنائية في التنظيم الطبيعي للدورة الجسدية التي يتفرع فيها الشريان الى اسرة الشعيرات الدموية التي يعاد اتصالها مع بعضها البعض لتكون الاوردة التي تكون روافد مباشرة الى الوريدين الاجوف الرأسي والذيلي. في الدورة الكبدية تجهز معظم فروع الشريان البطني والشريانيين المساريقين الرأسي والذيلي اسرة الشعيرات الدموية للطحال والقناة الهضمية. ويرجع الدم في المعدة والطحال والامعاء والبنكرياس عندما يرشح في الكبد بواسطة الدورة البابية الكبدية قبل ان يدخل الدورة الرئيسية (الجسدية) ويدخل الدم في هذه المنطقة الوريد البابي الذي هو بداية الدورة البابية الكبدية. وتشمل روافد الوريد البابي.

الوريد المعدي من المعدة، والوريد الطحالي من الطحال والاوردة المساريقية من الامعاء واوردة البنكرياس من البنكرياس ويدخل الوريد البابي الكبد ويتفرع مباشرة الى فروع اصغر فاصغر داخل الكبد لحين تكون الجيبانيات Sinuseoids (شبكة الشعيرات الدموية). وفي هذه الحالة فأن الدم يكون على اتصال مباشر مع خلايا حبال الكبد Liver Cards وبعد تعرضه الى هذه الخلايا فأن الدم ينتقل من الجيابنيات الى الوريد المركزي لكل فصيص في الكبد. ثم تتحد الاوردة المركزية هذه وتكون الاوردة الكبدية التي تفرغ الدم في الوريد الاجوف الخلفي. ومن المفيد للدم القادم من القناة الهضمية ان يتعرض الى خلايا الكبد قبل دخوله الدورة الرئيسية (الجسدية) حيث يسمح هذا الاتصال للاستفادة من المواد الغذائية او تخزينها في الكبد لحين الاستفادة منها لاحقاً وكذلك يعطي فرصة للكبد ان يزيل المواد السامة الموجودة في الدم والممتصة من قبل الجهاز الهضمي والشريان الكبدي هو فرع من الشريان البطني ويحمل الدم المؤكسج الى الكبد ويدخل في نفس منطقة دخول الوريد البابي وخروج القناة الصفراوية للكبد تقريباً والدم من الشريان الكبدي يجهز الاوكسجين والمواد الغذائية الى سداة Stroma الكبد ويغادرها عن طريق الجيبانيات بالاوردة المركزية ومن ثم الاوردة الكبدية. والتنظيم الذي يتفرع فيه الوريد الى شعيرات دموية ومن ثم يعاد اتحادها لتكوين وريد آخر يسمى بالجهاز البابي او الدورة البابية مثال ذلك الدورة البابية للغدة النخامية.

وفي الطيور وبعض الزواحف والبرمائيات فان الجزء العائد من دم الاطراف الخلفية يدخل الى الكليتين مكوناً دورة بابية كلوية renal portal circulation .

فسلجة الدوران Physiology of circulation

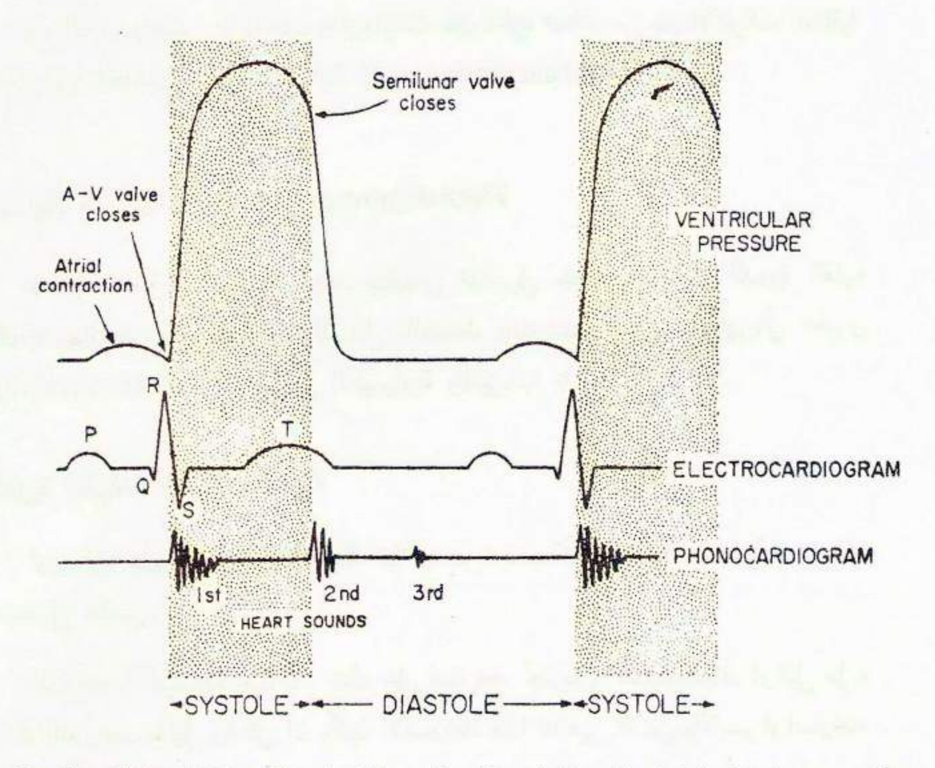
فسلجة الدوران موضوع معقد يتضمن تفاصيل جميع حوادث الدورة القلبية Cardiac cycle وكذلك حركة السائل والضغط والنشاط العصبي والكهربائي الحيوي Bioelectricalactivity والاسس الكيمياوية والفيزيائية n.

الدورة القلبية– Cardiac Cycle

تعبر عن سلسلة الحوادث الحادثة خلال ضربة قلب كاملة heart beat وتحدث هذه بتسلسل خاص.

استرخاء القلب Diastole– تدل على استرخاء تجاويف القلب خلال او قبل ملىء ذلك التجويف بقليل ويمكن ان يكون الاسترخاء هذا للاذين الايمن والايسر او استرخاء البطين الايمن والايسر.

تقلص القلب Systole– يدل على اي تقلص من تجاويف القلب لعملية تفريغ ذلك التجويف ويمكن ان يكون التقلص بطيني (ايمن او ايسر) او اذيني (ايمن او ايسر) وعندما يتفوق الضغط الاذيني atrial pressure على الضغط البطيني ventricular pressure فان الصمامات A–V Valves تفتح ساحة للدم بالمرور الى البطينين المنبسطين. ويؤدي هذا الى نزول حوالي ٧٠٪ من الدم الموجود في الاذنين ويحدث ذلك قبل التقلص الاذيني ثم يزال الاستقطاب من الاذين ويتقلص (الانقباض الاذيني atrial Systole) دافعا البقية الباقية من الدم الاذيني (٣٠٪) بالنزول الى داخل البطينات (شكل ٨– ٤) وعند الارتخاء الاذيني (الانبساط الاذيني Atrial Diastole) فان البطينين يزال استقطابها Depolarize وبعد ذلك تتقلص (الانقباض البطني) ويدفع هذا الضغط البطني الكبير الصمامات الاذينية البطينية A–V Valve للانغلاق معطيا الصوت الاول للقلب وفي هذه اللحظة فان جميع صمامات القلب تكون مغلقة وهذا الطور هو التقلص المتساوي الحجم isometric Contraction او يسمى Isovolumetric الذي يكون عندما يتعاظم

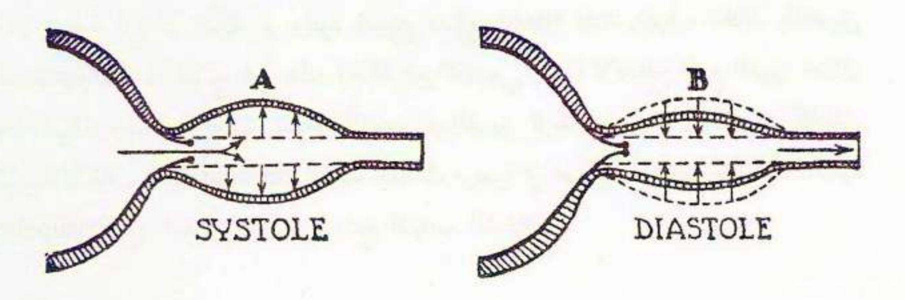


شكل (٨-٤) علاقة الضغط البطيني الى مخطط القلب الكهربائي ومخطط اصوات القلب خلال الدورة القلبية Frandson (1982)

الضغط او الشد العضلي ولكن هناك تغيير طفيف في طول الالياف العضلية . بعد ذلك يفوق – تعاظم الضغط البطيني الضغوط الشريانية مسببا انفتاح الصمامات الهلالية للابهر والشريان الرئوي .

ويندفع الدم من البطين الايسر نحو الابهر ومن البطين الايمن نحو الشريان الرئوي وتعرف بداية الانقباض هذا بالطور السريع القذف rapid ejection phase الذي يتبع بطور المنخفض القذف reduced ejection phase التي خلالها ينخفض البطيني ويعاد استقطابه وبعد ذلك يأتي طور بدأ الانبساط protodiastole حيث ينخفض الضغط البطيني ويبدأ الضغط الشرياني بالزيادة على الضغط البطيني .

ويؤدي الضغط الشرياني الى استمرار حركة الدم نتيجة لمطاطية جدران الشرايين التي تغلق الصمامات الهلالية للابهر والشريان الرئوي (محدثاً الصوت الثاني للقلب). (شكل ٨- ٥).



شكل (٨- ٥) يوضح دوران الجدران المطاطية للابهر في المحافظة على دوران الدم Frandson (1982).

وفي هذه اللحظة تكون الصمامات الاذينية البطينية A- v valve مغلقة ايضاً نتيجة لضغط الدم الموجه ضدها في الانقباض البطيني وبهذا يكون عندنا طور الارتخاء المتساوي الحجم Isovolumetric relaxtion phaseوالذي خلاله ترتخي الالياف العضلية للقلب بدون حدوث استطالة لها. وبهذا فأن الدم لم يدخل البطينات ليوسع الالياف (فقط الدم القادم من الوريد الاكليلي المباشر الذي يصب مباشرة بداخل البطينات). وهذا الطور وهو بداية الانبساط حيث تبدأ الاذينات باستيعاب كمية ثابتة من الدم وعندما يفوق ضغطها ضغط البطينات تبدأ دورة جديدة.

اصوات القلب heart Sounds

يمكننا سماع صوتين متميزين للقلب يتكررا بشكل غير واضح فالصوت الاول هو (لب) والثاني هو (دب) ويفصل بعضها فترة قصيرة متبوعة لفترة سكون Pause طويلة. لذلك سرعة القلب heart rate عندما تكون بطيئة فأن فترة السكون فيه تكون طويلة. ان انغلاق الصمامات الاذينية البطينية خلال وقت تقلص الالياف العضلية للبطينات هو الذي ينتج الصوت الاول للقلب والذي يكون اطول من الصوت الثاني. اما الاهتزازات الحادثة في جدران الاوعية الدموية وكذلك انغلاق الصمامات الهلالية فهي التي تنتج الصوت الثاني. وهناك حالة تعرف بالقصور الصمامي Valvular insufficiency الناتجة

من عدم انغلاق الصمامات بشكل جيد مما يسمح بمرور الدم في اتجاه خاطئ وفي وقت غير مناسب او تسمى الحالة اعلاه باللاكفاية Incompetence وينتج عن ذلك صوت قلب غير طبيعي او نفخة murmur وهناك حالة معاكسة لذلك وهو فشل الصمام في الانفتاح كاملاً نتيجة لزيادة سمكه او وجود نسيج ندبي scar tissue وتعرف الحالة بالتضيق stenosis والصوت الناتج عن هذه الحالة غير الطبيعي نتيجة لاندفاع الدم القوي خلال فتحة ضيقة جداً. والحالتين سواء القصور او الضيق تزيد من اجهاد القلب. كذلك التهاب الشغاف endocarditis تحدث حالات مرضية في صمامات القلب والتهاب الحمرة Erysipeleas في الخنازير غالباً ما ينتج التهاب الشغاف.

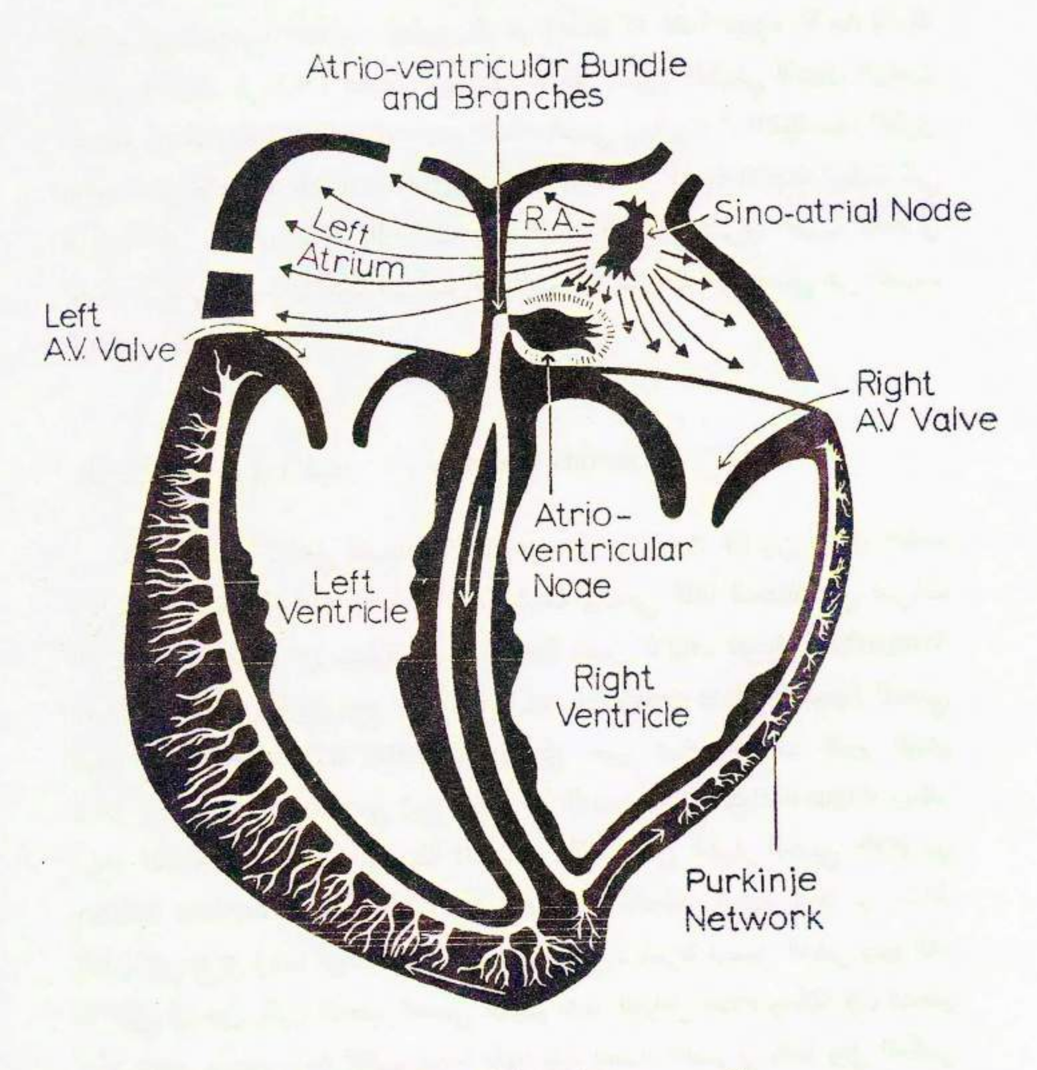
جهاز التوصيل في القلب- Conduction System in the heart

تنشأ ضربة القلب عادة من العقدة الجيبية الاذينية Sino-atrialnode(S-Anode) والمسماة بمنظم الضربات Pacemaker في القلب وتمثل العقدة المذكورة مجموعة من الخلايا العضلية القلبية المتخصصة الواقعة عند التقاء الوريد الاجوف الرأسي والاذين الايمن ثم ينتشر الباعث العصبي من العقدة الجيبية الاذينية على طول الاذينيين مسببة لها تقلصاً عند الانقباض الاذيني ولم يلاحظ الياف خاصة تربط العقد الجيبية الاذينية بالعقدة الاذينية البطينية بل هناك الياف عضلية اذينية عادية فقط. وتقع العقدة الاذينية البطينية داخل جدران الاذين الايمن في الجزء السفلي الظهري من منطقة الحاجز Septum التي تفصل بين الاذينات وتلتقط البواعث العصبية من عملية ازالة الاستقطاب التي تحدث في الاغشية العضلية للاذينات وتنقلها الى العضلة البطينية عن طريق الحزمة الاذينية البطينية A- V bundle او ماتعرف بحزمة هس bundle of His التي تمتد على شكل شريط ضيق طويل من الالياف العضلية داخل الحاجز الذي يفصل البطين الايسر حيث تتفرع الى فرعين يمر احدهما في جدار البطين الايمن والآخر في جدار البطين الايسر وتتفرع كل منها الى الياف متشابكة يطلق عليها شبكة بركنجي التي تنتشر تحت التامور وفي عضلات القلب مسببة زوال الاستقطاب للبطينات وحصول الانقباض ولحسن الحظ فان جهاز التوصيل مصمم بحيث لاينقل البواعث العصبية من الاذينات الى البطينات بشكل سريع جداً هذا ما يعطي الوقت الكافي لتفريغ الاذينات محتوياتها من الدم في البطينات والدور الاساسي بهذا العمل تقوم به العقدة الاذينية البطينية والالياف الناقلة المرتبطة بها حيث هي التي

تقوم بتأخير البواعث العصبية. وطريق او ممر (عقدة A- V ، وحزمة A- V وشبكة بركنجي) المؤلف من الياف عضلية محورة التي تشكل الطريق الطبيعي لانتقال البواعث العصبية من الاذينات الى البطينات واي انقطاع يحصل في البواعث المنقولة بهذا الطريق يعرف بحصر القلب heart block الذي يحدث في معظمه في الحزمة الاذينية البطينية التي تقطع الاتصال بين الاذينات والبطينات وبهذا فان الاذينات تستمر في الضرب beat في المعدل الطبيعي في حين تكون ضربات البطينات ابطأ كثيراً لذلك ينفصل عن الضرب الاذيني.

السيطرة على سرعة القلب Control of heart rate

يكون التنظيم الداخلي لضربات القلب بواسطة عقدة (S- A) ومن خلال العقدة البطينية الاذينية (A- V) ، حزمة (A- V) وشبكة بركنجي كافياً للحفاظ على ضربات القلب المنتظمة بدون اي سيطرة عصبية خارجية وتصل الالياف الودية Sympathetic fibers القلب عن طريق زوج من العقد النجمية Stellate ganglia للجهاز العصبي الودي Sysmpathetic nervous System في حين تصله الالياف نضير الودي parasympathetic fibers من زوج الياف من العصب المبهم Vagus nerves وينظم سرعة القلب وطول تقلصه بواسطة النبضات القادمة من الجهاز العصبي اللاارادي Autonomic nervous System (شكل ٨- ٦) فالتحفيز الودي يزيد من نشاط القلب عن طريق زيادة قوة التقلص ، وسرعة التقلص ، وسرعة توصيل النبض وسير الدم الاكليلي في حين يكون التحفيز العصبي للمبهم مثبط للعوامل اعلاه وهكذا فان التحفيز نضير الودي يسمح براحة القلب عندما تكون بقية اعضاء الجسم في راحة وعلى العكس التحفيز الودي الذي يجهز الدم الى العضلات المخططة ، الكبد ، الدماغ ، لكي يزداد النشاط الفسيولوجي. وتمتاز سرعة القلب الطبيعية في الحيوانات الصغيرة بانها اسرع منه في الحيوانات الكبيرة (جدول ٨- ١).



شكل (٨ – ٦) جهاز التوصيل في القلب Frandson (1981) .

ضغط الدم **Blood pressure**

لاجل المحافظة على استمرارية حركة الدم يجب ان يكون هناك فروق في الضغط ابتداءً من الضغط العالي عند البطينات ونزولاً بالتدرج الى الضغط الواطئ في الاوردة الرئيسية وعند الاذينات .

(جدول ٨- ١) يبين سرع القلب heart rate لبعض الحيوانات والانسان

نوع الحيوان	سرعة القلب (ضربة/ دقيقة)
الفيل	٢٠
الحصان	٢٣ - ٧٠
البقرة	٦٠- ٧٠
الخنزير	٥٥ - ٨٦
الاغنام	٦٠- ١٢٠
الماعز	٧٠- ١٣٥
الكلب	١٠٠- ١٣٠
الانسان	٧٠
القطة	١١٠- ١٤٠
الدجاجة	٢٠٠- ٤٠٠
الفأر	٣٢٥- ٨٥٠
العصفور	٧٠٠- ١٠٠٠

وفي الحيوانات البالغة فان ضغط الجهة اليسرى (الاذين والبطين اليسرى) يكون اعلى بكثير من الضغط للجهة اليمنى للقلب (الاذين والبطين اليمنى) وعلى الرغم من ان نفس الكمية من الدم تضخ في كلا الاتجاهين للقلب فان مقاوية الدورة الجسمية اكبر بكثير من مقاومة الدورة الرئوية ، وعلى هذا الاساس فأن الضغط الناتج من الجهة اليسرى للقلب يجب ان يكون اعلى من ذلك الموجود في الجهة اليمنى ويمكن ان يعرف ضغط الدم على انه ضغط الدم المبذول ضد جدران الاوعية الدموية. وتنتج بداية الضغط من تقلص البطينات وهو مايعرف بضغط الانقباض والدم المدفوع بداخل الشرايين الكبيرة المطاطة يوسع جدرانها ، وعندما ترتخي البطينات فان انغلاق الصمامات الهلالية يمنع رجوع الدم من الشرايين الى القلب والشريينات الصغيرة تعيق حركة الدم الى الشعيرات الدموية.

يبقى الضغط المبذول من قبل الجدران المطاطة للشرايين الضغط (ضغط الانبساط) داخل الشرايين ويحافظ على حركة الدم الهادئة داخل الشعيرات الدموية عندما البطينات تكون مرتخية . وتكون السيطرة على توزيع الكميات المناسبة من الدم الى المناطق المختلفة من الجسم مهمة لان احتياجات المناطق والاعضاء تتباين بشكل كبير تبعاً للحالة الفسيولوجية لهذه الاعضاء فعلى سبيل المثال تحتاج عضلات الساق في الابقار لكميات اكبر من الدم عندما تركض وكذلك الاحشاء الداخلية تحتاج الى كميات اكبر من الدم في حالة بدء عملية الهضم والضرع يحتاج لدم اكثر في حالة انتاج الحليب.

ويسيطر على توزيع الدم جزئيا، عن طريق تنظيم حجم الشرايين وتسمى هذه بالشرايين الموزعة distributing arteries والتي تحتوي في جدرانها على عضلات ناعمة تقوم بالسيطرة على حجم تجويف الشرايين من الداخل وبالتالي تحدد كمية الدم المتحركة وهناك سيطرة اضافية توفرها الشرايين حيث يحافظ على ضغط الانبساط الشرياني وكذلك تخفض ضغط الدم الداخل الى الشعيرات الدموية . ان الانخفاض الحاد في الضغط يتأثر بالشرينات عندما يدخل الدم الشعيرات الدموية لان الجدران الرقيقة للشعيرات الدموية لاتستطيع ان تقف بمواجهة الضغط المرتفع الموجود عند جهة الشريينات . وان انخفاض الضغط يمكن تحقيقه بواسطة العديد من اقنية اسرة الشعيرات الدموية التي تؤدي الى زيادة المساحة التي يدخلها الدم ويتوزع فيها وبهذا ينخفض والضغط نتيجة لتوزيع وانتشار الدم الذي يسهل عملية التبادل الغازي خلال جدران الشعيرات الدموية. ويستمر انخفاض ضغط الدم العابر من الشرايين الى الشعيرات الدموية والى الوريدات ومن ثم الاوردة واخيرا الى الوريد الاجوف.

في الحقيقة ربما يحدث الضغط السالب (اقل من الصفر) في الوريد الاجوف خلال طور الشهيق في عملية التنفس. ويؤدي تقلص الحجاب الحاجز الى رجوع الدم الوريدي الى القلب بطريقتين. هما الضغط السالب في القفص الصدري والمتولد نتيجة انخفاض (او تقلص) قبة الحجاب الحاجز مما يؤدي الى زيادة حجم التجويف الصدري . مما يقود الدم الى داخل الوريدين الاجوفين الرأسي والذيلي الذي يحجز بواسطة الصمامات الكبيرة الواقعة بالقرب من منطقة دخول الاوردة داخل القفص الصدري.

بالاضافة الى ذلك فان ارتفاع الضغط في الاحشاء البطنية abdominal viscera الناتج عن تقلص الحجاب الحاجز وهبوطه ضاغطا على الاحشاء يؤدي الى ضغط الدم من الاوردة البطنية الى داخل القفص الصدري بواسطة الوريد الاجوف الذيلي.

ان حركة الدم متعلقة بشكل مباشر بالضغط غير المباشر بالمقاومة وعلى هذا الاساس فان الضغط وحده لايؤدي الى حركة الدم ولكن الاختلاف في الضغط بين نقطة واخرى داخل الوعاء الدموي هي التي تسبب الحركة.

وتتأثر مقاومة حركة الدم بالدرجة الاساس باحتكاك الدم مع جدران الاوعية الدموية واحتكاك طبقات الدم المتحدة المركز (تكون قليلة قرب المركز وكثيرة خارج المركز) تزداد في الاوعية الكبيرة الطويلة وكذلك في الدم العالي الكثافة اما الاوعية الواسعة القطر تتصف بانخفاض الاحتكاك والمقاومة.

والمقاومة هي عبارة عن نسبة مباشرة الى طول الوعاء الدموي وكثافة السائل في حين المقاومة يعبر عنها بنسبة عكسية الى القوة الرابعة لطول قطر الوعاء الدموي وهذا الكلام يمكن ان يعبر عنه بالمعادلات التالية

$$\text{حركة الدم} = \frac{\text{الضغط الدموي}}{\text{المقاومة}}$$

$$\text{الضغط} = \text{حركة الدم} \times \text{المقاومة}$$

وتعطي المعادلات المسماة بقانون بسيولي poiseuille's law حركة الدم عندما تكون جميع السوائل والمتضمنة ضغط الدم، طول الوعاء الدموي، قطر الوعاء الدموي والكثافة معروفة لذا تكتب المعادلة على الوجه التالي:-

$$\text{سرعة الجريان} = \frac{\text{ض١} - \text{ض٢}}{\text{٨ ط}} \times \frac{\pi \times (\text{نق})^{٤}}{\text{ل}}$$

rate of flow

حيث ض١ – ض٢ يعني الضغط الدموي في نهايتي الوعاء الدموي نق= نصف قطر الوعاء ، ب= الكثافة و ط= طول الوعاء

π = النسبة الثابتة

وتطبق هذه المعادلة عندما تكون حركة الدم انسيابية ولكن في حالة اضطراب حركة الدم فتطبق معادلة رينولد Reynold'S formula

السيطرة على القلب والدورة الدموية

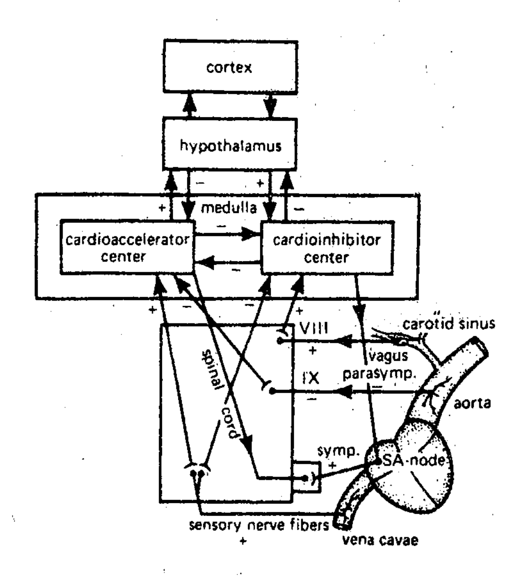
Control of the heart & Circulation

تشترك العوامل الفيزيائية والهرمونات والاعصاب جميعها في تنظيم سرعة القلب heart rate ونتاج القلب Cardiac output ويحافظ على معدل ضغط الدم الشرياني بشكل ثابت نسبيا عن طريق تعديل نشاط القلب على الرغم من وجود العديد من التذبذبات fluctuations في الضغوط الموضعية Local pressures وسرع الجريان flow rates وحجوم الدم . وبسبب العديد من التداخلات بين وظائف الاجهزة المختلفة مثل الجهاز التنفسي ، جهاز التنظيم الحراري ، الجهاز الابرازي مع وظيفة جهاز الدوران فقد اصبحت عملية فهم وادراك العوامل المسيطرة على القلب والدورة الدموية معقدة نتيجة لتداخل العوامل التي ذكرت اعلاه : الميكانيكية الاولى تسيطر على نتاج القلب هي خواص خلايا عضلة القلب حيث في حالة امتلاء البطينات بكميات كبيرة من الدم اكثر من الحد الطبيعي لها فأن التقلص الانقباضي اللاحق وكذلك حجم الضربة Stroke Volum يكون ايضا اعلى من الطبيعي وفي هذه الحالة فان القلب يسيطر على النتاج Output بشكل تلقائي بموجب درجة التزود Input بالدم (او امتلاء البطينات) . ومن المسلم به وتحت الظروف الطبيعية فان نفس الحجم من الدم يدخل البطينات قبل كل تقلص وفي حالة بقاء كمية من الدم في القلب لاي سبب كان فان البطينات عند الضربة اللاحقة تحوي كمية اكبر من الحجم الطبيعي (الزيادة حاصلة من الكمية المتبقية السابقة) مما يؤدي الى توسع الياف العضلة القلبية مسببا لها استجابة اكبر للتقلص . وتكون السيطرة العصبية والهرمونية مسؤولة عن النتاج العام للقلب في مختلف الحالات للحيوانات السليمة .

فالمراكز المسيطرة الرئيسية على الجهاز القلبي الوعائي Cardiovas cular System تشمل (١) المراكز العصبية الموجودة في النخاع Medulla ، (٢) الافرازات الصمية

Endocrine Secretion ، (٣) الاحساسات ذات التغذية الرجعية Feedback Sensors المنتشرة في اقسام مختلفة من جهاز الدوران كما هو الحال في بقية اقسام الجسم (٤) العناصر الحسية Sensory elements الموجودة في الشريانين الابهر والسباتي المسؤولة بالدرجة الاولى عن عمل القلب والاوعية الدموية.

ويظهر (الشكل ٨-٧) الطرق العصبية الرئيسية وموقع المستقبلات الحسية الرئيسية major Sensory receptors المتعلقة بالسيطرة على القلب وتؤلف الياف العصب الودي لاعصاب المعجلة القلبية cardioacelerator nerve مع نهاياتها على النسيج العضلي للاذينات وتفرز هذه العصبات Neurons نورادرنالين Noradrenalin وتسبب زيادة سرعة القلب.



شكل (٨-٧) الطرق المسيطرة على المعجلات القلبية والمثبطات القلبية المعجل (+) ، المثبط (–) wilson (1972)

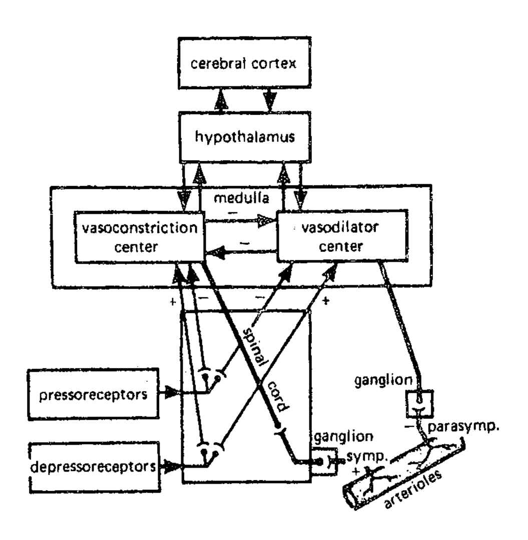
وتتجه الياف العصب نضير الودي نحو القلب من خلال العصب المبهم وتعمل كالياف مثبطة لعمل القلب Cardioinhibitory Fibers عن طريق تحريرها الاستيل كولين Acetyl choline الذي يبطئ من نشاط منظم ضربات القلب Pacemaker activity وبهذا تنخفض سرعة القلب. ان المسيطر على تلك المجموعتين من الالياف المحركةMotor fibersهو المراكز المتضادة antagonatic centers (المراكز المعجلة والمثبطة

القلبية) الواقعة في النخاع medulla. اما هدف جهاز السيطرة هو زيادة سرعة القلب عند انخفاض ضغط الدم او حجمه في الجهاز الشرياني ولخفض سرعة القلب في حالة ارتفاع ضغط الدم وحجمه عن المستوى الطبيعي. من الملاحظ ان اية زيادة في سرعة القلب تؤدي الى زيادة في حجم الدم المتدفق خلال دقيقة واحدة وهذا يكون لغاية نقطة معينة. ولكن في حالة السرع العالية للقلب فان حجم ضربة القلب تكون ضعيفة وهذا ناتج من فترة الانبساط القصيرة التي لاتسمح للبطين بالامتلاء بالدم الى الحد الطبيعي.

وهناك المستقبلات الضغطية Baroreceptors(Pressor reccptors) التي تكون عبارة عن نهايات الاعصاب الحسية ذات النوع المنتشر والموجودة في جدران معظم الشرايين ولكن وجودهما غزيرا في جدران جيوب السباتي Carotid Sinuses وقوس الابهر aortic arch ويسبب الضغط الشرياني تمدد جدران الاوعية الدموية وهذا التمدد يثير نهاية المستقبل. وتنقل مستقبلات الجيب السباتي المعلومات من خلال عصب قصير هو عصب هيرنك Hering's nerve الى العصب اللساني البلعومي glossopharengeal nerve (القحفي التاسع) ومنه الى النخاع ويعتبر عصب هيرنك مهم جدا لأن عن طريقه يمكن تسجيل المعلومات المنقولة بالضبط والدقة بواسطة مستقبلات الجيب السباتي. ويحمل العصب اللساني البلعومي او العصب المبهم عدة انواع مختلفة من المعلومات الحسية. وتنقل مستقبلات الابهر المعلومات الى النخاع بواسطة العصب المبهم (الرأسي العاشر). وتوجد نهايات المستقبلات الكيمياوية Chemoreceptors ending في جدران الابهر والشرايين السباتية ووظيفتها الاساسية هي السيطرة على مستويات غازات الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون في الدم عن طريق عملها في الجهاز التنفسي ولكن تحت ظروف الاجهاد الكبيرة فان تحفيزها يؤثر ايضا على سرع القلب.

السيطرة المحركة الوعائية– Vasomotor Control والتي تتعلق بتنظيم الجهاز العصبي المركزي الى توتر المحرك الوعائي Vasomotor tone والذي اساسا لايمكن فصله عن التنظيم الموضعي لذلك. السيطرة على توتر العضلات الملساء للشرايين تتم عن طريق مجموعتين من الاعصاب التي هي اولا مضيقة الاوعية Vasoconstrictor fibers التي تسبب تقلص العضلة الناعمة الوعائية Vascular Smooth muscle وثانيا الياف موسعة الاوعية Vasodiluter fibers والتي تؤدي الى ارتخاء هذه العضلات. وعلى الرغم من نشاط العصبيات Neurons التي يمكن ان تعدل بواسطة المأيضات Metabolits المفرزة من

النسيج مثل الادرينالين المفرز من لب الكظرية او الهستاين histamine او بواسطة ثالث فوسفات الادينوسين Adenosine triphosphate (ATP) في بعض الشريينات والشرايين ونشاطها يقع تحت سيطرة مراكز المحرك الوعائي Vasomotor Centers في النخاع التي هي مراكز ضيقة الاوعية وموسعة ألاوعية (شكل ٨-٨). جميع الياف مضيقات الاوعية هي جزء من الجهاز الودي ومعظم الياف موسعات الاوعية هي ناشئة من الجهاز نظير الودي عدا مجموعة واحدة تنشأ من الجهاز الودي في المنطقة الصدرية القطنية thoracolumbar region للحبل الشوكي لذلك فانتشار الياف مضيقات الاوعية يكون اوسع بكثير من الياف موسعات الاوعية حيث يكون معظم فعل الاخيرة موضعيا. تحوي معظم الاعصاب الحسية تقريبا على مجموعة من الالياف الرافعة للضغط Pressor وخافضة depressor كل عصبة تعزز تضييق الاوعية هي عصب رافع الضغط حيث تسبب زيادة التوتر الوعائي زيادة ضغط الدم في ذلك الوعاء، اما العصب الحسي الذي يسبب توسيع الاوعية وينتج عن ذلك انخفاض ضغط الدم يعرف بالعصب الخافض للضغط.



شكل (٨-٨) الطرق المسيطرة على فعالية المحرك الوعائي Vasomoter. (+) منشط (-) مثبط. Wilson (1972)

وتلعب الغدد الصماء دورا غير مباشر في السيطرة على سرعة القلب وحجم الضربة فافراز هرمون الادرنالين من لب الغدة الكظرية يقع جزئيا تحت سيطرة الاعصاب الودية

التي تتأثر بمركز اسراع القلب في النخاع medull. وعلى سبيل المثال عند الطيران او العراك يفرز هرمون الادرنالين الى مجرى الدم ومن بين وظائفه المتعددة فانه يسبب ارتفاع سرعة القلب وكذلك يقلص العضلة القلبية. لب الكظرية وبقية الغدد الصماء لها دورها في المحافظة على عملية الايض والحالة الايونية الضروريتان لنشاط عمل القلب بالشكل الصحيح والدقيق.

ويتأثر توتر المحرك الوعائي بمجموعة واسعة من المواد الكيميائية التي تشمل الهرمونات، المأيضات مثل الاوكسجين او ثاني اوكسيد الكاربون والايونات وغيرها. النورادرنالين والادرنالين كلاهما مضيقات للاوعية على الرغم من ان النورادرنالين ليس له تأثير على بعض الاوعية الدموية كذلك الادرنالين في تراكيز منخفضة يسبب توسع في الاوعية الدموية للعضلات، الكبد، والجهاز الاكليلي.

وهناك مستقبلات ادرنالية Adrenergic receptors موجوة على اغشية العضلات.

الكنينيز Kinins التي اكثرها شهرة برادي كنين brady Kinin يسبب توسع الاوعية الدموية وعادة يوجد على هيئة جزء من الفاغلوبيولين globulin — α ويسمى باسم Kiniogen.

ومركب اخر الانكوتوسين angiotesin الذي يلعب دورا مهما في تنظيم سير الدم عبر الكلية ونبيباتها tübules ويعتبر هذا المركب من اكثر المضيقات الاوعية المعروفة. الفازوبروسين Vasopressin وهو هرمون ضد الادرار يسبب تضييق الشريينات في حين يكون تأثيره ضعيف على الاوردة. والبروستكلاندينات Prostaglandins التي هي من الهرمونات الدهنية Lipid heormones الموجودة في جميع انسجة الجسم تقريبا لبعضها يكون مضيق للاوعية واخر موسع لها.

الفصل التاسع

الجهاز التنفسي Respiratory System

تختلف الحيوانات في مقدرتها على المعيشة في البيئات التي تحتوي على تركيزات متباينة من الاوكسجين فنجد مثلاً ان بعض انواع البكتريا والطفيليات الداخلية (المعوية) يمكنها العيش في بيئة خالية من الاوكسجين والهواء anaerobic وذلك لمقدرتها على الحصول على الطاقة اللازمة لها من نواتج بعض التفاعلات الحيوية التي لاتحتاج الى الاوكسجين عند اكسدتها مثال ذلك عند اكسدة الكلوكوز لانتاج حامض اللبنيك والطاقة.

كذلك فان الحيوانات المائية تعتمد الى حد كبير على الاوكسجين المذاب في الماء في حين معظم الحيوانات الثدية والطيور تعتمد على الاوكسجين الموجود في الهواء لانجاز عملية التنفس.

يتطلب ادامة العمليات الحيوية في جسم الحيوان صرف طاقة باستمرار ويكون صرف الطاقة عالي جداً خلال عمل ونشاط الحيوان. ويتم ذلك عن طريق اكسدة المواد الغذائية الممتصة بواسطة الاوكسجين.

عند اكسدة المواد العضوية المعقدة في الخلايا فأنها تتحول الى مواد ابسط في التركيب والتي تستخدم من قبل الجسم وبنفس الوقت تتحرر نواتج عملية الاكسدة التي هي ثاني اوكسيد الكاربون والماء.

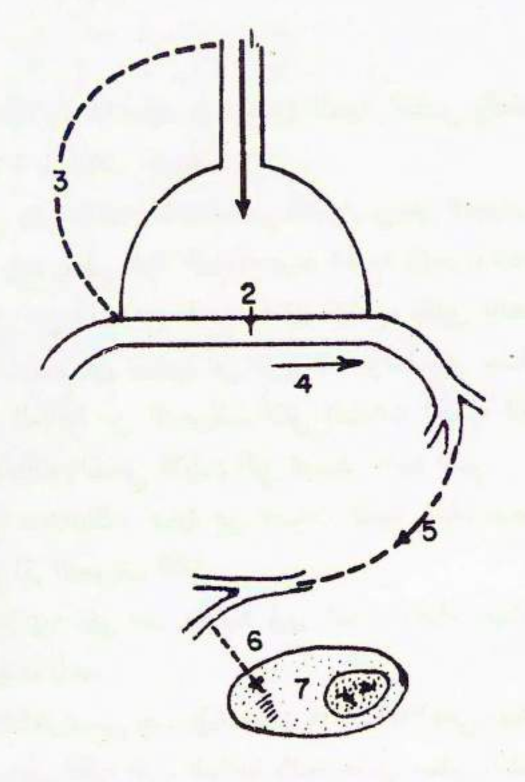
تكون المواد المتحللة نتيجة لعملية الاكسدة يفترض بنفس الوقت توفير الاوكسجين بشكل مستمر واللازم لتحقيق عزل وطرح النواتج غير المهمة للجسم.

ولذلك فأن الوظيفة الرئيسية للجهاز التنفسي يعبر عنها بعمليتين رئيسيتين تنجزان بنفس الوقت التي هي الامداد المستمر للاوكسجين والطرح المستمر لثاني اوكسيد الكاربون اما الوظيفة الثانية للجهاز التنفسي فتشمل المساعدة على تنظيم الحموضة للسوائل الموجودة في خارج الخلايا الجسمية ، والمساعدة على تنظيم درجة حرارة الجسم والتخلص من الماء واظهار الصوت.

التبادل الغازي المباشر بين الجسم والوسط الخارجي يتحقق عن طريق الجهاز التنفسي (الرئتين) وهذه العملية يطلق عليها بالتنفس الخارجي او الرئوي العملية التنفسية تشمل كذلك نقل الاوكسجين من الرئتين الى الانسجة ونقل ثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الرئتين وهذه العملية تدعى بعملية نقل الغاز Gas transpert.

اعطاء الاوكسجين من الدم الى السائل النسيجي وانتقاله الى الخلايا بعد ذلك ، لاستخدامه في عمليات الايض وكذلك الحال الطريق العاكس في انتقال ثاني اوكسيد الكاربون من الخلايا الى الدم هذه العملية تسمى بالتنفس الداخلي او النسيجي.
لذلك يمكننا ان نضع ٧ خطوات رئيسية تتضمنها عملية التنفس والتي هي حسب الترتيب (شكل ٩-١).

١. التهوية Ventilation – وتشمل حركة الاوكسجين من الهواء الى داخل الاسناخ alveoli في الرئتين (وحركة ثاني اوكسيد الكاربون بالاتجاه المعاكس):
٢. الانتشار Diffusion – حركة الغازات عبر حاجز الغاز–الدم gas–blood barrier
٣. التنسيق بين حركة الدم والتهوية – غير واضحة بشكل جيد في الرسم ولكنها مهمة في عملية التبادل الغازي.
٤. حركة الدم في الرئتين–تم لنقل الغازات خارج الرئتين.
٥. نقل غازات الدم–عمل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون في الدم.
٦. انتقال الغازات بين الشعيرات الدموية والخلايا.
٧. الاستفادة من الاوكسجين وطرح ثاني اوكسيد الكاربون في داخل الخلايا الجسمية.



شكل (٩-١) ويوضح تسلسل الخطوات منذ استلام الاوكسجين من الهواء وحتى وصوله الى الانسجة

١ . التهوية
٢ . الانتشار عبر حاجز الدم-الغاز.
٣ . تنسيق حركة الدم والتهوية ،
٤ . حركة الدم في الرئتين
٥ . نقل غازات الدم
٦ . انتقال الغازات بين الدم والخلايا
٧ . الاستفادة من الاوكسجين من قبل مقدرات الخلايا (1985) West

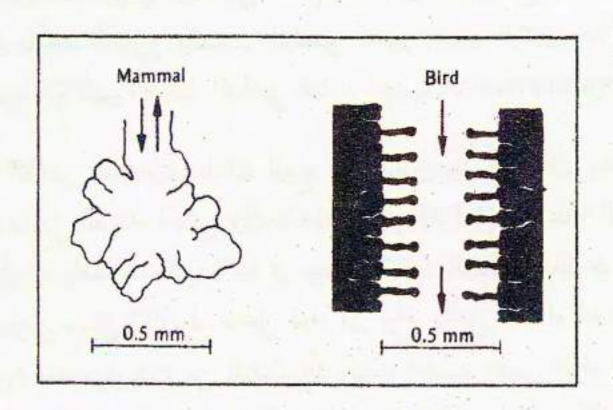
تركيب الجهاز التنفسي Structuce of respiratory System

يتالف الجهاز التنفسي في حالة الثدييات من الرئتين والمسالك المؤدية اليها والصدر وغشاء الجنب Pleura والعضلات والاعصاب المتصلة بها ويضاف لها في الطيور الاكياس الهوائية والفراغات الموجودة في بعض العظام مما يؤدي الى ان يكون الجهاز التنفسي للطيور اوسع منها في الثدييات.

وتشمل المسالك الهوائية : -

١. المنخران Nostrils وهما الفتحتان الخارجيتان للجهاز التنفسي وتختلف في الشكل والحجم والصلابة باختلاف الحيوانات :
٢. التجويف الانفي Nasal Cavity ابتداءاً من المنخران ويبطن التجويف الانفي بغشاء مخاطي رطب ولزج يعطي الهواء الداخل درجة الحرارة والرطوبة المناسبتين ويفصل التجويف الانفي عن الفم عن طريق الحنك الصلب واللين a hard and soft palate وكذلك يقسم الى نصفين عن طريق حاجز غضروفي وسطي. وتوجد في المنطقة الذيلية الخلفية من التجويف الانفي النهايات الحسية للعصب الشمي olfactory nerve (القحفي الاول) التي تتوسط حاسة الشم.
٣. الجيوب الانفية Sinuses– عبارة عن فجوات مملوءة بالهواء موجودة في العظام القحفية وتفتح الى التجويف الانفي.
٤. البلعوم pharynx– وهو ممر مشترك لمرور الغذاء والهواء حيث لايمكن انجاز العمليتين في وقت واحد.
٥. الحنجرة Larynx او تسمى بصندوق الصوت Voice box وهي مهيئة بشكل خاص لتعمل كصمام منظم لكمية الهواء الداخلة والخارجة في عمليتي الشهيق والزفير.
٦. الرغامي trachea وهي عبارة عن انبوبة مفتوحة غير قابلة للالتواء متكونة من حلقات غضروفية عددها ٣٠– ٦٠ ومترابطة وغير مكتملة الاستدارة في الثدييات اذ تكون على شكل حرف (C) في حين في الطيور تكون كاملة الاستدارة واطول من مثيلاتها في الثدييات، ويبطن جدارها الداخلي غشاء مخاطي مكسو بخلايا طلائية هرمية عمودية الشكل هي خلايا Gobert وظيفتها حجز الاتربة والمواد الغريبة من دخولها : ويحتوي الغشاء المخاطي والطبقة التي تحته على غدد مخاطية تفتح في تجويف الرغامي ؛ ينقسم الرغامي عند منطقة قاعدة القلب تقريباً الى قسمين رئيسيين تدعى بالقصبة الهوائية bronchus وكل واحدة منها يدخل رئة وبعد ذلك تتفرع الى قصبات اصغر وهذه بدورها تتفرع الى قصيبات هوائية bronchioles وهناك نظم متعددة للقصيبات الهوائية التي تتفرع الى فروع ادق هي القنوات السنخية alvealar ducts التي تنتهي بالاكياس السنخية alveolar sac المتالفة من مجموعة من الاسناخ alveoli التي هي اصغر وآخر الممرات الهوائي في الرئتين ، هذا في الثدييات اما اصغر وآخر الممرات الهوائية في رئتي الطيور فيدعى بنظيرات القصيبات parabronchi التي يحدث فيها التبادل الغازي (شكل ٩–٢):

٧. الرئتين Lungs شكلها يشبه المخروط وهي مطاطة لكونها مملوءة بالفراغات التي يدخلها الهواء وبهذا فهي تملأ التجويف الصدري ولغاية الولادة تملأ الرئتين تماماً التجويف الصدري ولكن بعد الولادة يبدأ القفص الصدري بالنمو السريع الذي يفوق نمو الرئتين وبهذا فأن حجمها يقل نسبياً مقارنة بحجم القفص الصدري وفي كل رئة يوجد منخفض قرب الجانب الوسطي لها يعرف بالنقير hilus ومن خلاله تمر القصبة الهوائية والاوعية الدموية واللمفاوية والاعصاب لتدخل الرئة ، وتقسم الرئة الى فصوص عن طريق وجود شقوق عميقة في الجزء البطني للرئة ، في الطيور تكون قدرة الرئة على التمدد والتقلص محدوداً جداً مقارنة برئة الثدييات وذلك لان رئة الطيور هي عبارة عن ممر هوائي يحدث فيه التبادل الغازي ومتصل بالاكياس الهوائية التي هي لها القدرة الواسعة على التمدد والتقلص في حين رئة الثدييات تمثل كيساً هوائياً .



شكل (٩-٢) يوضح اصغر وحدات رئة الثدييات هي الاسناخ الشبيه بالاكياس . في الطيور فأن اصغر تفرع في الرئة هو عبارة عن انبوب مفتوح النهايتين ويسمح بمرور الهواء.
Knut Schmidt – Nielsen (1983)

ميكانيكية التنفس – The mechanism of respiration

يؤدي توسع وانقباض الصدر في الثدييات الى دخول وخروج الهواء من والى الرئتين باستمرار، ان تغير حجم القفص الصدري يعود الى حركات كل من الاضلاع الصدرية والحجاب الحاجز ففي عملية الشهيق inspi ration يتوسع القفص الصدري محدثاً ضغطاً سالباً (اقل من الضغط الجوي) في التجويف الجنبي pleural cavity مما يؤدي الى توسع

الرئتين وبذلك يدخلها الهواء ، ان حدوث عملية الشهيق يتجه اولاً من توسع الاضلاع حيث يؤدي دورانها قحفياً او الى الامام الى زيادة القطر المستعرض للصدر في حين دورانها الى الخلف يقلل من القطر المستعرض للصدر وثانياً من تقلص الحجاب الحاجز Diaphragaim نحو الجهة البطنية (الحجاب الحاجز) تركيب مقوس يكون تحدبه باتجاه الصدر اوالاعلى) يوسع ايضاً من القفص الصدري ، وهناك عضلات تسيطر على عملية سحب الاضلاع والحجاب الحاجز نحو الخارج تعرف بعضلات الشهيق Inspiratory muscles وفي عملية الزفير Expiration التي تمثل محاولة رجوع القفص الصدري الى وضعه الطبيعي عن طريق سحب الاضلاع الى الخلف ورجوع الحجاب الحاجز الى وضعه المقوس باتجاه تجويف الصدر بواسطة عضلات متخصصة تعرف بعضلات الزفير Expiratory muscles مما يؤدي الى تقليل حجم الصدر وبالتالي ارتفاع الضغط او خروج الهواء من الرئتين باتجاه الخارج والسبب الرئيسي لتغيير حجم الرئتين خلال عمليتي الشهيق والزفير يعود الى تغيير الضغط الداخلي لغشاء الجنب Intrapleural pressure .

حيث يكون القفص الصدري بذلك اوسع من الرئتين ونتيجة لذلك ينشأ الضغط السالب في فراغ داخل الغشاء الجنبي Intrapleural Cavity (يكون هذا الضغط اقل من الضغط الجوي) . ولغشاء الجنب اهمية في وجود الضغط السالب هذا حيث له قدرة امتصاصية عالية وعلى سبيل المثال لو ادخل هواء الى فراغ داخل الغشاء الجنبي (داخل القفص الصدري) بعد مرور فترة من الوقت فأن غشاء الجنب يمتص الهواء الى الخارج ويعيد حالة الضغط السالب داخل الفراغ هذا اضافة لذلك فهناك ميكانيكة خاصة تشترك بشكل فاعل في المحافظ على الضغط السالب هذا .

فيظهر الضغط الداخلي لغشاء الجنب القوى المطاطية elastic forces للرئتين ، ففي حالة الشهيق ترتفع القوى المطاطيةللرئتين ويرتفع الضغط الداخلي لغشاء الجنب ايضاً ولكنه يبقى اقل من الضغط الجوي) وتنتج القوى المطاطية للرئتين من وجود العديد من الالياف المطاطية Elastic fibers في جدران اسناخ الرئة والتوتر السطحي Surface tension لطبقة السائل الرقيقة الذي يغطي جدرانها الداخلية . والتوتر السطحي هو نتيجة لوجود مادة نشطة خاصة هي سورفكتانت Surfactant تتكون في متقدرات Mitochondria خلايا ظهارة الاسناخ ، في حالة الشهيق فأن السورفكتانت تنتظم بشكل غير كثيف على سطح الاسناخ وتنشط التوتر السطحي لطبقة السائل الرقيقة التي

تعطي الاسناخ. وفي حالة الزفير فأن جزيئات السورفكتانت تترتب بشكل كثيف جداً الواحدة قرب الاخرى لتقلل من التوتر السطحي في حالة توازن الضغط الداخلي الرئوي intrapulmonary pressure والضغط الداخلي لغشاء الجنب Intrapleural pressure فان القوى المطاطية تتوقف عن العمل وكذلك التنفس وتسمى هذه الحالة استرواح الصدر. pnecumothorax ويكون تغيير الضغط الداخلي لغشاء الجنب مهم حيث يلعب دوراً مهماً في الكثير من العمليات الفسيولوجية مثل نشاط القلب،الدورة الدموية ، الاجترار Rumination وعادة مايصرف من جهد في عملية الشهيق اقل عما هو عليه في حالة الزفير خلال التنفس الهادىء ولكن يمكن احداث زفير عالي عندما ينغلق المزمار glottis وهذا يساعد الحيوان في عملية التغوط والتبول وطرح الجنين عند الولادة.

سرعة التنفس Rate of Respiration

تعرف على انها عدد مرات التنفس خلال دقيقة واحدة، وتتأثر بعدة عوامل اهمها درجة تمثيل المواد الحيوية وعمر الحيوان فالحيوانات اليافعة وخاصة المولودة حديثاً فانها تتنفس اسرع من الحيوانات الكبيرة العمر، وتؤثر الحالة الفسيولوجية للحيوان على سرعة التنفس مثال ذلك الحمل، طبيعة عمليات الهضم للمواد والاجهاد العضلي وغيرها، وكذلك البيئة المحيطة بالحيوان فتؤثر على سرعة التنفس خاصة درجة حرارة المحيط ففي حالة ارتفاع درجة حرارة المحيط عن نطاق التعادل الحراري thermoneutral Zone يؤدي الى زيادة سرعة التنفس. ويمكن دراسة وتسجيل سرعة التنفس بوساطة جهاز مخطط التنفس pneumograph او سماع الاصوات الطبيعية للرئتين التسمع ausculation او بشكل مرئي Visible عن طريق مشاهدة حركة الجدار البطني. هذا ويقدر جدول ٩-١ متوسط سرعة التنفس لبعض الحيوانات والانسان.

حجم الهواء في الرئتين: -

السعة الحيوية Vital Capacity(V•C) تعبر عن اكبر كمية من الهواء يمكن ان تدخل الرئتين عند اقصى شهيق او اكبر كمية من الهواء المتحررة عند اعلى زفير.

ويساوي متوسط السعة الحيوية للرئتين في الرجال ٣,٥-٧,٤ لتر هواء وفي النساء ٣-٣,٥ لتر هواء وفي الحصان ٣٠ لتر هواء،الابقار ٢٤ لتر هواء. وتعتمد السعة الحيوية على الجنس، العمر، التدريب، والحالة الفسيولوجية للحيوان، وغيرها من العوامل.

جدوول ٩-١ يوضح سرعة التدس لبعض الحيوانات والانسان

نوع الحيوان	نفس/ دقيقة
الابقار	١٠-٣٠
الابل	٥-١٢
الاغنام	١٠-٢٠
الماعز	١٠-١٨
الحصان	٨-١٦
الخنزير	٨-١٨
الكلب	١٠-٣٠
الارنب	١٠-١٥
الدجاجة	٢٢-٢٥
الحمام	٥٠-٧٠
الفأر	٢٠٠
الانسان	١٢-٢٠

وتتالف السعة الحيوية للرئتين من ثلاث عناصر هي :-

١. الحجم المدى الجزري Tidal Volume (T.V) . كمية الهواء الداخلة الى الرئتين خلال الشهيق الطبيعي وكمية الهواء المطروحة خلال الزفير الطبيعي ايضاً والحجم المدى الجزري للانسان هو ٠,٥ لتر، الحصان ٥- ٦ لتر، الابقار ٣,٥ لتر، الاغنام ٠,٦ لتر والكلب ٠,١- ٥,٣ لتر والدواجن ٠,٠١٥- ٠,٠٥ لتر ويجهز الحجم المدي الجزري احتياجات الجسم من الاوكسجين خلال الهدوء النسبي وفي حالة ارتفاع العمليات الحيوية للمواد فأن الحجم المدى الجزري يرتفع ايضاً .

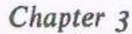
٢- حجم الشهيق الاحتياطي Inspiratory reserve Volume (IRV) وتدل على كمية الهواء التي يمكن ان تؤخذ في الرئتين فوق الحد الطبيعي للشهيق الهادئ في الانسان تكون ١,٥ لتر والحصان ١٢ لتر.

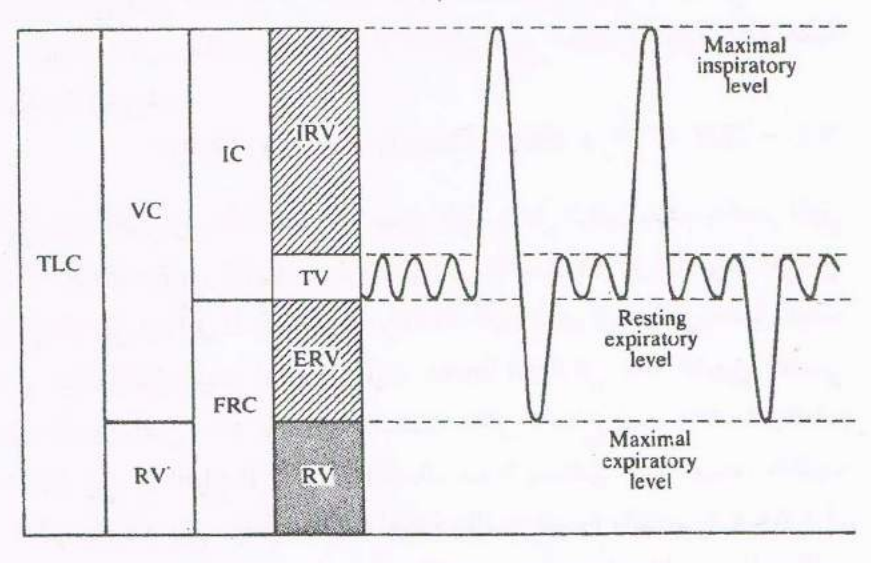
٣. حجم الزفير الاحتياطي Expiratory reserve Volume (ERV) وهي كمية الهواء التي ممكن ان تطرح من الرئتين فوق الحد الطبيعي للزفير الهادىء في الانسان تكون ١,٥ لتر، والحصان ١٢ لتر، ان حاصل جميع العناصر المذكورة اعلاه يعطينا السعة الحيوية.

V.C = IRV + TV + ERV + Residual Volume (R V)

وفي حالة اقصى زفير فأن المتبقي من حجم الهواء داخل الرئتين يعرف بالحجم المتبقي Residual volume وفي الانسان يساوي ١,٥ لتر والحصان١٢ لتر؛ ولايوجد الهواء في الاسناخ فقط بل ايضاً في الممرات الهوائية ولهذا فأن الهواء الذي لايشترك في عملية التبادل الغازي يعرف بالهواء الميت او الفراغ الميت dead Space في حالة الشهيق الطبيعي الهادىء فأن من اصل ٥٠٠ مللتر هواء مستنشق داخل الاسناخ يصل ٣٦٠ مللتر فقط و ١٤٠ مللتر يبقى في الفراغ الميت. وفي الحصان عندما يستنشق طبيعياً وبهدوء مايقارب ٤–٦ لتر هواء فقد يبقى منها في الممرات الهوائية (الفراغ الميت) مايقارب ١,٢–١,٨ لتر او ٢,٨–٤,٣ لتر وتصل الاسناخ حيث تختلط هناك مع الحجم الاحتياطي من الهواء الذي يقدر بحوالي ٢٤ لتر.

الغاز المتبادل بين الاسناخ والمحيط يجب ان يمر خلال مجموعة من الانابيب (الرغامي، القصبات، القصيبات اللاتنفسية nonrespiratory bronioles التي لاتشترك مباشرة في عملية الانتقال الغازي ويعبر عن حجم الهواء الموجود في هذه الانابيب اللاتنفسية nonrespiratoty tubes بالفراغ الميت التشريحي Anatomical dead space وجزء من الهواء يدخل الى الاسناخ غير العاملة non functional او سرعة الهواء الداخل لها عالية مما لايسمح لها بأجزاء عملية التبادل ولهذا فأن حجم الهواء الذي لاتجرى عليه عملية تبادل غازي داخل الاسناخ يعرف بالفراغ الميت الفسيولوجي Physiological dead space ان كمية الهواء الداخلة او الخارجة من الاسناخ تمثل الحجم المدي الجذري TV مطروحاً منها الفراغ الميت التشريحي وبهذا تسمى بحجم التهوية النسخية alveolor ventiltion volume وهذا الحجم من الغاز هو الذي يشترك في عملية التبادل الغازي مباشرة.





شكل (٩-٣) التقسيات الثانوية لحجم الرئة ، (TLC) = السعة الكلية للرئة ، VC السعة الحيوية ، IC = سعة الشهيق ،FRC، = السعة الشهيق المتبقية RV = الحجم المتبقي ؛ IRV = حجم الشهيق الاحتياطي ، TV الحجم المدى الجزري ، ERV = حجم الزفير الاحتياطي Compbell (1984)

تهوية الرئتين Pulmonary Ventilation

يقصد بالتهوية هي سرعة تجديد الهواء في الرئتين او الاسناخ نفسها والتي تعتمد على عمق وسرعة الحركات التنفسية ، وهناك العديد من المصطلحات التي تصف انواع مختلفة من التنفس منها مثلاً التنفس السهل Eupneaالذي يمثل التنفس الاعتيادي الهادئ ؛ وفرط التنفس hyper pnea ونقص التنفس hypopnea التي تمثل على التوالي الارتفاع او الانخفاض في كمية الهواء المتحركة الى داخل او خارج الرئة الناتجة من تغيير سرعة التنفس depth of breathing اوكليها معاً ، اللاتنفس Apnea وتمثل عدم وجود تنفس ، البهر Dyspnea تمثل صعوبة التنفس ، التنفس السريع Polypnea ويمثل زيادة سرعة التنفس بدون مرافقة ذلك زيادة في عمق التنفس وفي الطيور تسمى هذه الحالة باللهاث Panting.

وخلال التبادل الغازي بين الجسم والمحيط الخارجي فان حجم التهوية للرئتين له اهميته حيث يساعد في تجديد هواء الاسناخ .

والمؤشر لدرجة تهوية الرئتين هو حجم التنفس خلال دقيقة ، والذي يمثل مجموع كمية الهواء الجديد المتحركة داخل الممرات الهوائية لكل دقيقة وهذه تكون مساوية الى حاصل ضرب السعة الحيوية مع سرعة التنفس minute = T V X respiratory rate respiratory Volume

ويعتمد حجم التنفس خلال دقيقة على تمثيل المواد ، الجهاز العصبي والنشاط الفسيولوجي وخاصة النشاط العضلي . وفي المثال التالي يتوضح تأثير حجم التنفس خلال دقيقة في كل من الحصان والانسان

النشاط	الانسان (لتر هواء)	الحصان (لتر هواء)
الراحة	٥ — ١٨	٤٠ — ٥٠
عمل خفيف	١ — ١٢	٨٠ — ٩٠
عمل شاق	٥٠ — ٦٠	٣٠٠ — ٤٠٠

ان مستويات الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون في غاز الاسناخ تتحدد بواسطة سرعة انتقال الغاز عبر الظهارة التنفسية . respiratory epithclium وسرعة التهوية . وتتحدد التهوية السنخية alveolar Ventiilation بواسطة سرعة التنفس ، والحجم المدى الجزري والحجم الميت التشريحي وان طبيعة ومدى التهوية ايضاً تؤثر على التذبذبات في الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون في الدم خلال دورة التنفس .

تركيب هواء الشهيق والزفير—

يوضح جدول (٩—٢) تراكيب الغازات الموجودة في هواء الشهيق والزفير والاسناخ .

ويكون تركيب هواء الزفير غير ثابت ويعتمد على درجة تمثيل المواد في الجسم وكذلك حجم التهوية في الرئتين والاختلاف في تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في هواء الاسناخ عنه في هواء الزفير يعود الى ان هواء الاسناخ يحوي ليس فقط الهواء القادم من الاسناخ بل ايضاً هواء الفراغات الميتة Dead Spaces .

جدول (٩-٢) يوضح نسبة الغازات (٪) في هواء الشهيق والزفير والاسناخ

الغاز	هواء الزفير	هواء الشهيق	هواء الاسناخ
اوكسجين	١٦,٣	٢٠,٩٢	١٤,٦-١٤,٢
ثاني اوكسيد الكاربون	٤	٠,٠٣	٥,٧-٥,٥
نايتروجين	٧٩,٩	٧٩,٠٣	٨٠

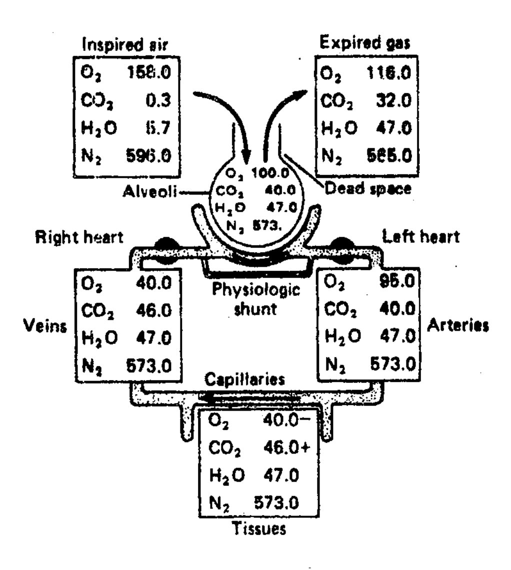
التبادل الغازي بين الدم وهواء الاسناخ

يتم تبادل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون بين الاسناخ والدم بعملية الانتشار البسيط Simple diffusion فيدخل الاوكسجين الى داخل الشعريات الدموية لان ضغطه الجزئي داخل الاسناخ اعلى منه في الدم وبالعكس بالنسبة الى ثاني اوكسيد الكاربون ومن المعلوم ان في مزيج غازي يكون الضغط الكلي للمزيج مساوي لمجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة لذلك المزيج. والضغط الجزئي لاي غاز في مزيج غازي يساوي الضغط الكلي للمزيج مضروباً بنسبة ذلك الغاز في المزيج ولهذا فإن الضغط الجزئي للاوكسجين PO_2 في الهواء = $\frac{٢١ \times ٧٦٠}{١٠٠}$ = ١٥٩ ملم زئبق، حيث الضغط الكلي للهواء هو ٧٦٠ ملم زئبق وبنفس الطريقة يمكن حساب الضغط الجزئي لثاني اوكسيد الكاربون PCO_2 والذي يعادل ٠,٣ ملم زئبق. ويمكن ان يكون للغازات الذائبة في السوائل (الدم) ضغط جزئي معين، ففي حالة تعريض الدم الى الجو فأن الضغط الجزئي للاوكسجين في الدم سيكون مساوياً الى الضغط الجزئي للاوكسجين في الهواء تقريباً، ان الضغط الجزئي للاوكسجين في الدم داخل الجسم الحيوان يختلف باختلاف موقع الدم من الجسم ففي الشرايين يكون ١٠٠ ملم زئبق تقريباً وفي الاوردة يساوي حوالي ٤٠ ملم زئبق ويبين جدول (٩-٣) الضغوط الجزئية لغازات التنفس في الانسان. ويتضح من الجدول بان الضغط الجزيئي للاوكسجين ينخفض كلما اقترب من الخلايا الجسمية والعكس يحصل بالنسبة الى الضغط الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون فينخفض كلما اتجهنا صوب الرئتين، وبما أن الغازات تنتشر في المناطق التي يكون ضغطها الجزيئي عالي الى المناطق التي يكون ضغطها

جدول (٩-٣) يبين الضغوط الجزيئية لغازات التنفس (ملم/ زئبق) في الانسان

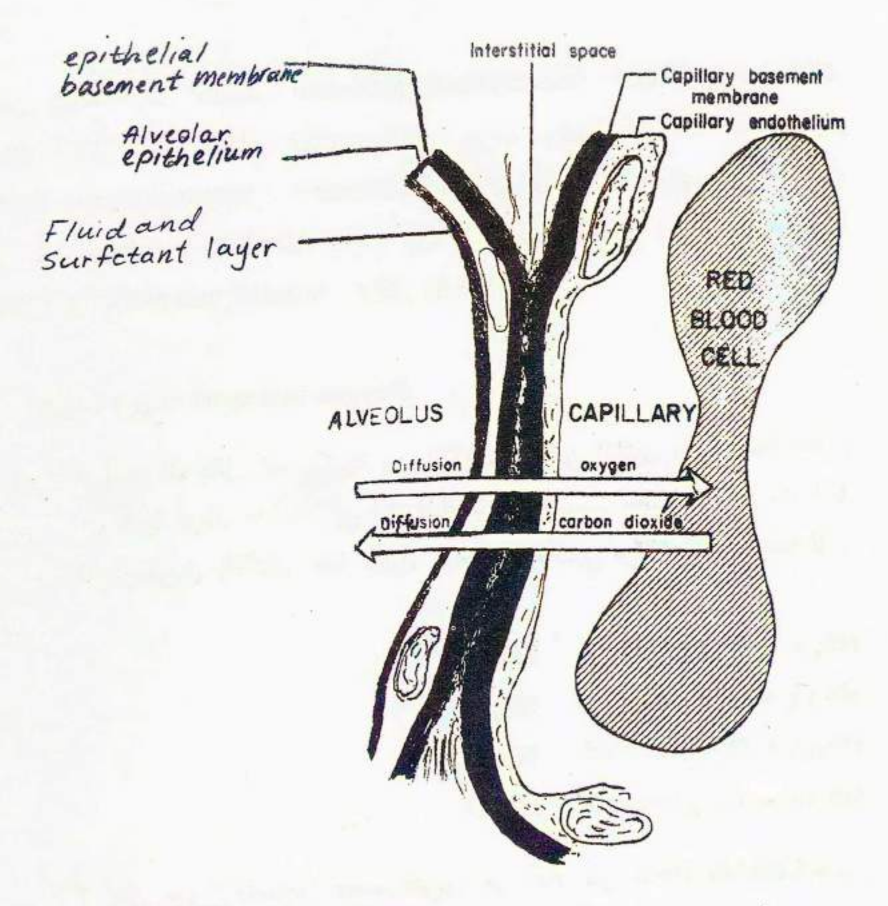
	ضغط الاوكسجين	ضغط ثاني اوكسيد الكاربون	ضغط النايتروجين	ضغط الماء	مجموع الضغوط
الضغط الجوي (جاف) atmosphere dry	١٥٩	صفر	٦٠١	صفر	٧٦٠
الغاز المستنشق (مشبع) anspired gas	١٤٩	صفر	٥٦٤	٤٧	٧٦٠
الغاز الزفيري (مشبع) expired gas	١١٦	٢٨	٥٦٩	٤٧	٧٦٠
الغاز السنخي alvoelar gas	١٠٠	٤٠	٥٧٣	٤٧	٧٦٠
الدم الشرياني arterial blood	٩٥	٤٠	٥٧٣	٤٧	٧٥٥
الدم الوريدي venous blood	٤٠	٤٦	٥٧٣	٤٧	٧٠٦
الانسجة tissues	اقل من ٣٠	اقل من ٥٠	٥٧٣	٤٧	٧٠٠

الجزيئي واطئ فان الاوكسجين ينتشر من هواء الاسناخ الى الدم الكائن في الشعيرات الدموية المحيطة بالاسناخ ومن ثم من الدم الى داخل خلايا الجسم ، اما ثاني اوكسيد الكربون فانه ينتشر من الخلايا الى الدم ومن ثم من الدم الى داخل الاسناخ ، شكل (٩-٤) يبين هذا الانتشار بصورة واضحة .



شكل (٩-٤) الضغوط الجزيئية للغازات (ملم زئبق)

يفصل هواء الاسناخ عن الدم الموجود في الشعيرات الدموية الرئوية بواسطة الغشاء التنفسي Respiratory membrane ، الذي يتألف من طبقة البطانة الطلائية للشعيرات الدموية Endothelial lining ، الغشاء القاعدي للشعيرات Capillary basement menbrane طبقة رقيقة من السائل الخلالي interstitial fluid layer ظهارة الاسناخ alveolar epithe lium طبقة السائل السنخي layer of alveolar fluid واخيراً طبقة متكونة من مادة السرفكتانت Surfctant المفرزة من غشاء الاسناخ شكل (٩- ٥) التي تقلل من الشد السطحي بحوالي ٣- ٨ مرات الموجة على الاسناخ (في



شكل (٩– ٥) يوضح التركيب المجهري Ultrastructure لغشاء التنفس (1976) Guyten

الرئة الطبيعية تعمل هذه المادة على منع حدوث احتباس الاسناخ). ان انتشار الغازات عبر الغشاء التنفسي يكون سريعاً جداً لدرجة ان التعادل بين الهواء والدم يتم في اقل من ثانية واحدة.

ان معدل التبادل الغازي يتأثر بعدة عوامل منها نفاذية الغشاء التنفسي، والمساحة السطحية المعرضة للتبادل، ونسبة الضغط الجزئي للغازات في الدم والاسناخ وكمية الدم المعرضة للاسناخ.

ان نظام التبادل الغازي الذي تملكه الثديات يعرف بنظام التبادل الحوضي Pool exchange System الذي يكون أقل كفأءة من نظام التبادل الغازي الذي تملكه الطيور

والمسمى بنظام التبادل المتصالب Gross– Current exchnge System في حين تمتلك الاسماك اكفأ نظام تبادل غازي والذي يعرف بنظام التبادل ضد التيار Counter – Current exchange System وهنالك نظام تبادل غازي عبر الجلد في الحيوانات البرمائية Amphibian يعرف بنظام التبادل الغازي الحوضي اللامحدود infinite pool exchange system . شكل (٩– ٦)

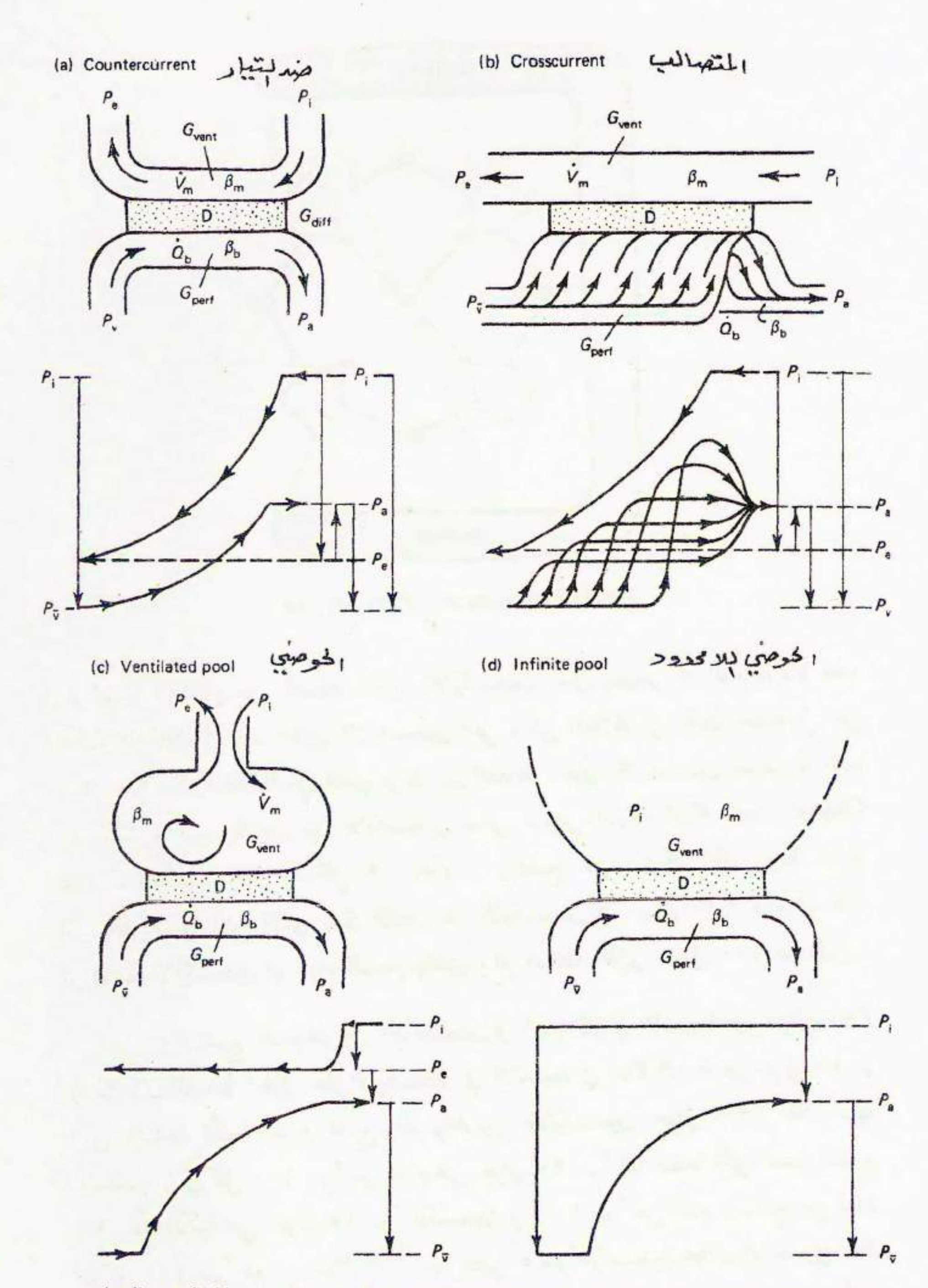
نقل الاوكسجين – Oxygen tran sport

يستطيع الدم ان ينقل كمية كبيرة من الاوكسجين من الرئتين الى انسجة الجسم بالرغم من ان قابلية ذوبان هذا الغاز في الماء قليلة جداً. والسبب يعود الى اتحاد هذا الغاز مع مادة الهيموغلوبين والاتحاد هذا يكون ضعيف وعكسي ويتم حسب المعادلات التالية :–

$$Hb_4 + O_2 \rightleftharpoons Hb_4O_2$$
$$Hb_4O_2 + O_2 \rightleftharpoons Hb_4O_4$$
$$Hb_4O_4 + O_2 \rightleftharpoons Hb_4O_6$$
$$Hb_4O_6 + O_2 \rightleftharpoons Hb_4O_8$$

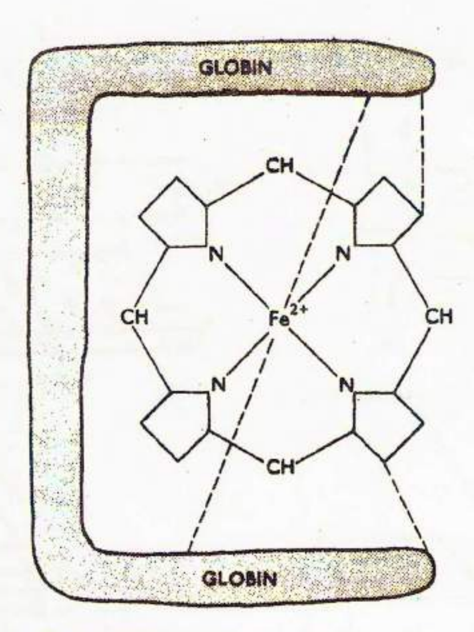
ان التفاعل بين الاوكسجين والهيموغلوبين هو اتحاد قلق Combin ation وليس عملية اكسدة حيث يبقى الحديد الموجود في جزيئته على هيئة حديدوز Ferrous وليس حديديك Ferric

الـ Hb يعرف الهيموغلوبين المختزل اما HbO_2 فيعرف بالهيموغلوبين المؤكسج ويمكن لـ Hb بسهولة ان يتحول الى HbO_2 وبالعكس ونسبة هذين النوعين من الهيموغلوبين في الدم يعتمد على وفرة الاوكسجين اى على الضغط الجزئي للاوكسجين Po_2 المعرض له الدم فعند تعريض الدم الى كمية كبيرة من الاوكسجين (ذو ضغط جزئي ١٠٠ مل زئبق او اكثر) تكون كمية الغاز في الدم متساوية ٢٠ سم٣ تقريبا منه في كل ١٠٠ سم٣ من الدم. واكثر من ٩٨٪ من هذا الاوكسجين يكون في حالة اتحاد كيمياوي مع الهيموغلوبين (اي على شكل HbO_2) اما البقية من الاوكسجين ٢١٪ من الكمية الكلية من الاوكسجين او مايعادل ٠,٣ سم٣ في كل ١٠٠ سم٣من الدم). فهو يكون بشكل ذائب في مصل الدم والماء الموجود داخل الكريات الدموية الحمراء. وتعتمد كمية الاوكسجين الموجودة في الدم



شكل (٩-٦) اشكال انظمة التبادل الغازي (a) ضد التيار (الاسماك) (b) المتصالب (الطيور)، (c) الحوضي (الثدييات، d) الحوضي اللامحدود (البرمائيات) تحت كل شكل هناك مخطط يوضح نقطة توازن الضغط الجزيئي للاوكسجين.

Gordon (1982)



شكل (٩– ٧) تركيب الهيموغلوبين Wood (1983)

(اوكمية HbO_2) على الضغط الجزئي للاوكسجين الذي يتعرض له الدم وتزداد هذه الكمية كلما كان الضغط الجزئي للاوكسجين اعلى ولكن العلاقة لن تكون خطية بل على شكل حرف S والخط البياني الذي يربط بين الضغط الجزئي للاوكسجين المعرض له الدم ونسبة تشبع الهيموغلوبين بين الاوكسجين يدعى منحني افتراق الاوكسجين Oxygen disseciation Curve (شكل ٩– ٨أ) . ويتضح من الشكل بأن درجة تشبع الهيموغلوبين في الدم الذي يترك الرئتين بغاز الاوكسجين هو حوالي ٩٧٪ لانه في حالة توازن مع الاوكسجين في هواء النسخ والذي يبلغ ضغطه الجزئي حوالى ١٠٠ ملم زئبق .

اما درجة تشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين في الدم المار في الانسجة فهو حوالي ٧٠٪ وذلك لان الضغط الجزئي لغاز الاوكسجين في الانسجة في حالة الراحة هو حوالي ٤٠ ملم زئبق وعندما تكون نسبة تشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين حوالي ٩٧٪ فان كمية الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم هي حوالي ٢٠ سم٣ اما عندما تكون نسبة التشبع ٧٠ . فأن الكمية هي حوالي ١٥ سم٣ اوكسجين في ١٠٠ سم٣ من الدم ونستنتج من ذلك ان كل ١٠٠ سم٣ دم مار خلال الانسجة يغطي ٥ سم٣ اوكسجين خلال الراحة وفي حالة نشاط الحيوان وزيادة حركته بشكل كبير فأنه يتطلب ان تستهلك الانسجة كميات أكبر

من الاوكسجين وهذا يؤدي الى خفض الضغط الجزئي للاوكسجين في الانسجة الى اقل من ٤٠ ملم زئبق وربما قد يصل الى الصفر. وفي هذه الحالة فأن الهيموغلوبين يعطي جميع ما يملكه من اوكسجين ويستنتج من ذلك ان هناك علاقة قوية بين حاجة الانسجة الى اوكسجين وقابلية الهيموغلوبين على تفريغ اوكسجينه.

ان لوجود ثاني اوكسيد الكاربون في الهيموغلوبين اثر على اتحاد هذه المادة مع الاوكسجين على الرغم من ان الاوكسجين في الدم يتحد مع الحديد الموجود في الجزء غير البروتيني Heme من جزيئة الهيموغلوبين في حين ثاني اوكسيد الكاربون الموجود في الهيموغلوبين الذي يبلغ ٣٠٪ من الكمية الكلية هذا الغاز في الدم) يتحد مع الجزء البروتيني globin لجزيئة الهيموغلوبين. من هنا يتضح بأن كل من الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون يحملان على مواضع مختلفة لجزيئة الهيموغلوبين. يمكن توضيح هذه العلاقة بواسطة الخط البياني لمنحني افتراق الاوكسجين (شكل ٩- ٨ب) وتدعى هذه الظاهرة بتأثير بوهر Boher effect فعند ارتفاع PCO_2 في الدم تنخفض قابلية اتحاد الاوكسجين بالهيموغلوبين عند اي ضغط جزئي للاوكسجين. وعلى العكس من ذلك فعندما ينخفض PCO_2 فأن قدرة اتحاد الهيموغلوبين بالاوكسجين تزداد. ويمكن توضيح ذلك بأن الفة الهيموغلوبين (Hb) للاتحاد مع الاوكسجين هي اعلى من الفة الكاربوكسي هيموغلوبين ($HbCo_2$) للاتحاد مع الاوكسجين ولهذه الظاهرة اهمية فسلجية، حيث عندما يصل الدم الى الانسجة وهو محمل بالاوكسجين (اى أن معظم الهيموغلوبين على هيئة HbO_2) ويتعرض الى ثاني اوكسيد الكاربون الناتج من التمثيل الحيوي في الانسجة يتحد ثاني اوكسيد الكاربون مع الهيموغلوبين وهذا يؤدي الى التقليل من الفة اتحاد الهيموغلوبين مع الاوكسجين اى ان توفر كمية كبيرة من ثاني اوكسيد الكاربون يؤدي الى تفكك الاواصر بين الاوكسجين والهيموغلوبين وهذا التفكك يساعد على ابقاء الفرق في الضغط الجزئي لهذا الغاز بين الدم والخلايا مما يؤدي الى انتشار الاوكسجين من الاوعية الدموية الى الانسجة. اما في الرئتين فأن اثر بوهر يكون فعله معاكس لفعله في الانسجة ولكن اهميته الفسلجية واضحة كذلك.

وعندما يرجع الدم الى الرئتين وهو محمل بكميات كبيرة من ثاني اوكسيد الكاربون بالاضافة الى كمية كبيرة ايضاً من الاوكسجين (درجة التشبع ٧٠٪) فان تحرر ثاني

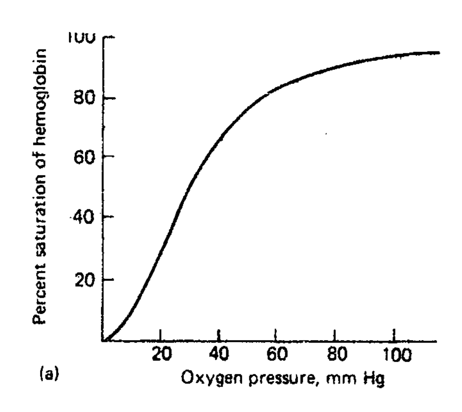
اوكسيد الكاربون من الهيموغلوبين وانتقاله من الدم الى هواء الاسناخ الرئوية يجعل الهيموغلوبين أشد الفة في الاتحاد مع الاوكسجين.

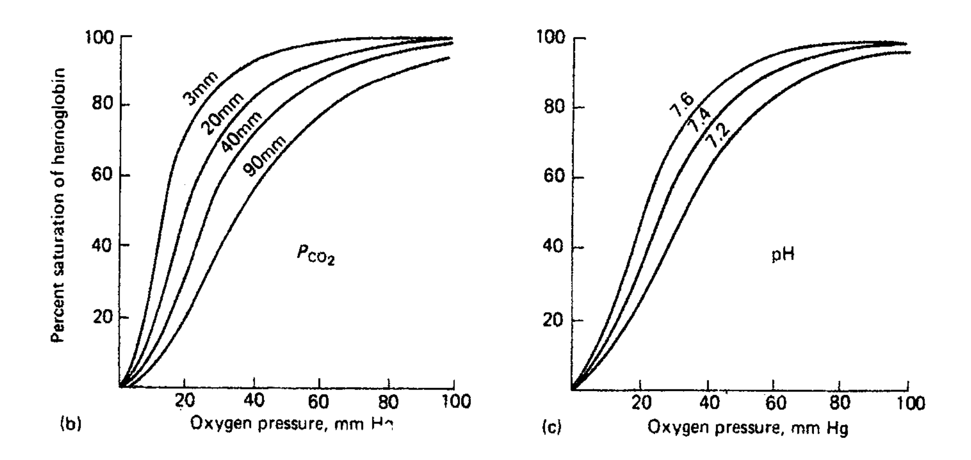
كذلك فأن الاس الهيدروجيني. يؤثر على نسبة تشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين (شكل ٩-٨جـ) يوضح انه كلما انخفض اس الهيدروجين في الدم كلما انخفض منحني افتراق الاوكسجين (نسبة تشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين) وايضاً درجة حرارة الدم تؤثر في نسبة تشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين حيث بانخفاض درجة الحرارة تزداد قابلية اتحاد الهيموغلوبين بالاوكسجين وعلى سبيل المثال لوكان الضغط الجزئي للاوكسجين المعرض له الدم ٤٠ ملم زئبق (كما هو الحال في الانسجة) فأن درجة تشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين هي حوالي ٧٠٪ وفي حالة انخفاض درجة حرارة عضو معين الى ٣٠ْم فأن درجة تشبع الهيموغلوبين هي حوالي ٩٧٪ او اكثر وهذا يعني ان الهيموغلوبين تحت هذه الظروف لايحرر الاوكسجين وبذلك ينقطع الاوكسجين فتموت الانسجة اختناقاً، وهذا ما يفسر حدوث التلف في الانسجة والاعضاء (الاطراف والاقدام) عند تعرضها الى جو بارد (٣٠ ْم او اقل) حيث تكون قابلية الهيموغلوبين على تفريغ الاوكسجين ضئيلة اضافة الى اسباب اخرى مثل انخفاض التمثيل الحيوي نتيجة لتوقف عمل الانزيمات ونقص كمية الدم الواردة عند هذه الدرجات المنخفضة.

نقل ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 transport

ما يحويه الدم من ثاني اوكسيد الكاربون هو اعلى بكثير من الاوكسجين حيث في كل ١٠٠ سم٣ من الدم الشرياني يوجد ٤٨ سم٣ من ثاني اوكسيد الكاربون الذي يولد ضغطاً جزئياً مقداره ٤٠ ملم زئبق، في حين يحوي الدم الوريدي على ٥٣٪ من غاز ثاني اوكسيد الكاربون والضغط الجزئي له هو ٤٦ ملم زئبق. وخلال مرور الدم عبر الرئيتين فأن نسبة ثاني اوكسيد الكاربون تهبط من ٥٣٪ الى ٤٨٪ حجماً كذلك يهبط الضغط الجزئي من ٤٦ ملم زئبق الى ٤٠ ملم زئبق ويتنتج من ذلك ان كل ١٠٠ سم٣ من الدم عند مروره خلال الرئتين يفقد ما يقارب ٥سم٣ من ثاني اوكسيد الكاربون.

ويوجد ثاني اوكسيد الكاربون في الدم على اشكال عدة وهذه الاشكال تمثل نسبة معينة وهي تكون في حالة توزان حركي dynamic مع بعضها البعض حيث اذا انخفضت





شكل (٩-٨) (أ) منحني افتراق الاوكسجين (ب)، (جـ) تأثير تباين الضغط الجزئي لغاز ثاني اوكسيد الكاربون اس الهيدروجين على منحني الافتراق (gordon (1982

نسبة شكل ما فأنها تسجل ارتفاعاً في نسب الاشكال الاخرى وهكذا، والاشكال هي :-

١. الشكل الذائب في الماء والمصل وكـريـات الدم الحمراء وهو يمثل حوالي ٤٠٪ من الكمية الكلية لثاني اوكسيد الكاربون في الدم.

٢. الشكل المتحد مع الماء على هيئة حامض الكاربونيك H_2CO_3 وتمثل نسبتها حوالي ١٪ من الكمية الكلية لثاني اوكسيد الكاربون في الدم وهي ضئيلة جداً في الدم، والسبب يعود الى سرعة تأين الحامض هذا الى ايونات البيكاربونات HCO^-_3، وأيونات الهيدروجين H^+.

٣. شكل آيونات البيكاربونات HCO_3^- وهي تشكل النسبة الاكبر (٦٥٪) من الكمية الكلية لثاني اوكسيد الكاربون في الدم.
٤. الشكل المتحد مع الهيموغلوبين وبروتينات الدم الاخرى وهذا الشكل يمثل حوالي ٣٠٪ من الكمية الكلية لثاني اوكسيد الكاربون في الدم.

ان اتحاد ثاني اوكسيد الكاربون مع المواد البروتينية يولدمركبات كاربـو أمينية. Carbamino Compounds حيث يتحد ثاني اوكسيد الكاربون مع مجموعة امين لجزيئة الهيموغلوبين او البروتين في الدم.

اهم هذه المركبات الكاربوامينية هوكاربو امين الهيموغلوبين HbNHCOOH الذي له دور مهم في تنظيم حموضة الدم حيث يستطيع الهيموغلوبين عن طريق هذا المركب ازالة او اضافة كمية كبيرة من ثاني اوكسيد الكاربون الى الدم من دون احداث تغيير محسوس في درجة حموضة الدم، وايضاً لهذا المركب اهمية اخرى وهي تفاعله الرجعي مع الاوكسجين وحسب المعادلة التالية :-

$$O_2 + Hb\,COOH \underset{\text{في الأنسجة}}{\overset{\text{في الرئتين}}{\rightleftharpoons}} HbO_2 + CO_2$$

ان معظم ثاني اوكسيد الكاربون المنقول من قبل الدم يكون على شكل ايونات البيكاربونات (٦٥٪) التي هي ناتجة من تأين حامض الكاربونيك وهذا الاخير ناتج من ذوبان ثاني اوكسيد الكاربون في ماء الدم، ان تفاعل ثاني اوكسيد الكاربون مع الماء في المصل غير ذي اهمية في حين على العكس فأن هذا التفاعل يحدث على نطاق واسع داخل الكريات الدموية الحمراء وذلك للاسباب التالية :-

١. قدرة تفاعل ثاني اوكسيد الكاربون مع الماء وتكوين حامض الكاربونيك الذي بتأمينه يعطي ايونات البيكاربونات هو تفاعل ضعيف الا اذا توفر انزيم خاص هو كاربونيك انهيدراز Carbonic an hydrase وهذا الانزيم معدوم في مصل الدم في حين موجود في الكريات اللدموية الحمراء وبكميات كافية.
٢. لاستمرار عملية التفاعل $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ نحو اليمين يجب ان تزال آيونات الهيدروجين الناتجة من ذلك وهذا يتم فعلاً عن طريق

اتحاد ايونات الهيدروجين مع الهيموغلوبين الموجودة داخل الكريات الدموية الحمراء وكما يلي : -

$$Hb^- + H^+ \rightleftharpoons HHb$$

وبهذا فالهيموغلوبين يعمل على ازالة ايونات الهيدروجين الناتجة من اضافة ثاني اوكسيد الكاربون الى الدم اضافة الى وظيفته الرئيسية في نقل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وهذا يعتبر من الوسائل الفعالة في حفظ درجة حرارة الاس الهيدروجيني PH ضمن الحدود الفسلجية الطبيعية ويمكننا تلخيص ماورد في نقل ثاني اوكسيد الكاربون بما يلي : -

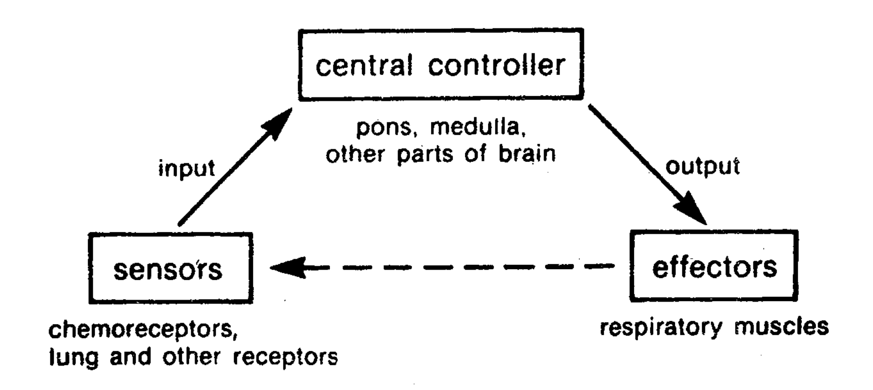
ان قابلية ذوبان الغاز المذكور في الدم والماء ضعيفة جداً ولكي تنقل كميات كبيرة منه في الدم يجب ان يكون بشكل متحد مع الماء ، ولكن اتحاد ثاني اوكسيد الكاربون مع ماء الدم يحدث مشكلة اخرى وهي زيادة اس الهيدروجين PH للدم لان حامض الكاربونيك سريع التأين الى ايونات الهيدوجين التي ترفع من اس الهيدروجين PH للدم وايونات البيكاربونات ولمجابهة هذه المعضلة فأن الهيموغلوبين يعمل على ازالة ايونات الهيدروجين كما وضح اعلاه .

السيطرة على عملية التنفس The Control of respiration

هناك ميكانيكيتان عصبيتان منفصلتان الواحدة عن الاخرى تنضمان عملية التنفس ، الاولى لاارادية involuntary والثانية ارادية Voluntary وتشترك ثلاث عناصر اساسية متداخلة مع بعضها البعض في السيطرة على عملية التنفس هي (شكل ٩- ٩) هي : -

١- الحاسات Sensors التي تجمع المعلومات وتغذيها الى
٢- الضابط المركزي Central Controller الموجود في الدماغ الذي ينسق المعلومات ويرجعها عن طريق الاشارات الى

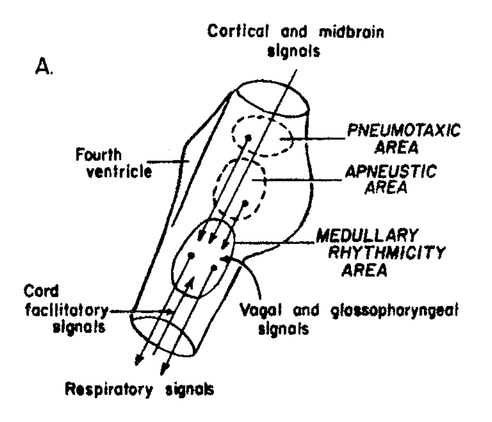
٣. المستجيبات effecters التي هي العضلات التنفسية respiratory muscleos المتضمنة، الحجاب الحاجز، العضلات بين الاضلاع ، العضلات البطنية ، بعض العضلات الملحقة مثل القصي الخشائي sternomastoids مسببة التهوية.

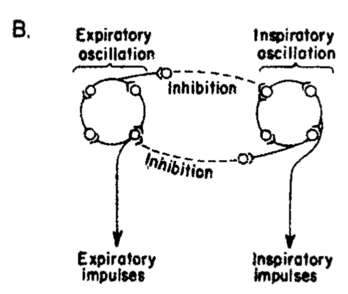


شكل (٩- ٩) العناصر الاساسية المسيطرة على عملية التنفسWest 1985

تحدث عملية التنفس اللاارادية الطبيعية المتضمنة عمليتي الشهيق والزفير الدورية بواسطة اشارات قادمة من الخلايا العصبية المنتشرة في مناطق مختلفة من الدماغ brain مثل القشرة Cortex ، ساق الدماغ brainstem وبالتحديد من الخلايا العصبية الواقعة في النخاع المستطيل medulla ablongata والجسر Pons التي تمثل المراكز التنفسية respiratory Centers فقد وجد العديد من الخلايا العصبية فيها الى انه يمكن تمييز ثلاثة مجاميع رئيسية منها في :–

١. مركز التنفس النخاعي medullary respiratary centre يقع في النخاع المستطيل ويتالف من منطقتين الاولى المنطقة الظهرية للنخاع التي تنتشر فيها الخلايا العصبية neurons المسؤولة بالدرجة الاولى عن احداث الشهيق اما المنطقة الثانية الواقعة في الجهة البطنية النخاع تنتشر فيها الخلايا العصبية المسؤولة بالدرجة الاولى عن احداث الزفير. وتثبط خلايا هاتين المنطقتين احداهما للاخرى بالتناوب محدثة التنفس الايقاعي المنتظم (شكل ٩- ١٠).
٢. مركز الابنوستيك Apneustic center يقع في اسفل الجسر وفعله يكون بأطالة فترة الشهيق مع قصر الزفير apneuses





شكل (٩ – ١٠)– A ، المركز التنفسي الواقع على جانبي النخاع والجسر، B – تصور نظري لآلية الايقاع في مركز التنفس.

٣ . مركز النيوموتاكسك Pneumotaxic center يقع في اعلى الجسر وعمله يتركز على ايقاف او تثبيط الشهيق اولاً عن طريق تنظيم حجم الشهيق وثانياً سرعة التنفس ويكون مركز الابنوستيك تحت سيطرة مركز النيوماتاكسك خاصة مايتعلق بتثبيط فعل الابنوستيك في حالة الابنوسيس aneuses . ودور خلايا المركزين (الابنوستيك والنيوموتاكسك) في عملية التنفس الذاتية غير معروفة بشكل تام لحد الآن وتصل لها الاعصاب عن طريق الخلايا الصاعدة من النخاع وينتج عند اجراء عملية قطع الجسر ومن ثم النخاع ارتفاع في سرعة وايقاع rhythm التنفس هذا مايظهر بأن هذه الاجزاء من الجهاز العصبي المركزي هي المراكز المسؤولة عن تنظيم الذاتي لسرعة وايقاع التنفس. ويظهر النخاع بانه الجانب الذي يسيطر على النشاط الايقاعي للتنفس respiratory rhythmic activity وتحدث قشرة الدماغ Cortex تغيرات في سرعة ومدى التنفس حيث تتغلب وتطغي على بقية المراكز التنفسية عندما تكون حاجة للسيطرة الارادية على التنفس لذلك تعتبر عامل مهم في نشاطات مثل

التكلم ، الضحك ، الغناء ، العطاس ، السعال والخ . وتشمل الحاسات Sensors على العديد من المستقبلات منها الكيمياوية التي تقسم الى قسمين رئيسيين هما : —

١ . المستقبلات الكيمياوية المركزية central chemoreceptors التي توجد في النخاع والتي تتأثر مباشرة بتغيرات الضغط الجزئي لغاز ثاني اوكسيد الكاربون الموجود في السائل المخي الشوكي CSF cerebrospinal fluid ، فعند ارتفاع الضغط الجزيئي لغاز ثاني اوكسيد الكاربون في الدم يؤدي ذلك الى زيادة عبور ثاني اوكسيد الكاربون من الاوعية الدموية للمخ ، الى داخل السائل المخي الشوكي وتحرير ايونات الهيدروجين H^+ التي تحفز المستقبلات الكيمياوية من هنا يظهر بأن مستوى ثاني اوكسيد الكاربون في الدم ينظم التهوية بالدرجة الرئيسية عن طريق تأثيره على الاس الهيدروجيني للسائل المخي الشوكي .

٢ . المستقبلات الكيمياوية المحيطية Peripheral chemoreceptors وتقع في الاجسام السباتية Caroetid bodies واجسام الابهر aortic bodies فوق واسفل قوس الابهر aortic arch وتكون حساسة للضغط الجزئي لغاز الاوكسجين في الدم وعملها ينشط كثيراً عندما ينخفض الضغط الجزيئي للاوكسجين في الدم الى حوالي ٥٠ ملم زئبق وزيادة الضغط الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون في الدم يرفع من حساسية المستقبلات الكيمياوية الى انخفاض مستويات الاوكسجين وتنقل الاشارات من هذه المستقبلات عبر العصب المبهم والاعصاب اللسانية البلعومية gloss ophary ngeal nerves الى مراكز النخاع لتنظيم سرعة التنفس . وهناك المستقبلات الحجمية stretch recepters الموجودة في الرئتين التي تكون حساسة الى تمدد وتوسع الرئتين حيث تنقل اشاراتها العصبية الى المركز التنفسي في النخاع عن طريق الياف العصب المبهم . وتسمى هذه المنعكسات بمنعكسات هيرنك برير hering breuer reflexes التي تثبط اشاراتها مركز الشهيق وبهذا يتوقف ارسال الارشادات من مركز الشهيق الى عضلات الشهيق التي تبطأ قليلاً في استجابتها مما يسمح للشهيق ان يصل الى حالته التامة قبل حدوث تثبيط مركز الشهيق وتوجد المستقبلات الضغطية Baroreceptors في الجيب السباتي وقوس الابهر حيث تنشط بتغير الضغط الوعائي الداخلي Intravasascular pressure فارتفاع ضغط الدم يزيد من معدل الاشارات القادمة من المستقبلات الضغطية وبهذا تثبط سرعة

التنفس وتعتبر هذه المستقبلات اكثر اهمية في السيطرة على جهاز الدوران منه في السيطرة على التنفس. وتقع مستقبلات التخرش trritant receptors في الخلايا النسيج الطلائي للممرات الهوائية في الجهاز التنفسي وتحفز بواسطة الغازات المؤذية noxious gases ، دخان السكاير، الاتربة ، الهواء البارد. وهناك المستقبلات اللصيقة J receptor للشعيرات الدموية التي يعتقد وجودها في جدران الاسناخ قريباً من الشعيرات ويعتقد بأنها تلعب دوراً في ضيق النفس Dyspnea المرتبط بقصور القلب heart failure مرضه الرئة البيني وذات الرئة Pheumenia ، اما مستقبلات الانف والجزء العلوي من الممر الهوائي nose and upper airway receptors التي تشمل مستقبلات ، الانف، البلعوم الانفي nasopharynx والرغامي trachea فهي تستجيب الى التحفيزات المكيانيكية والكيمياوية مثل العطاس ، السعال وتقلص القصبات. والاشارات القادمة من الاطراف المتحركة يعتقد بأنها جزء من عملية تحفيز التهوية خلال التمارين الرياضية خاصة في مرحلة بداية ممارسة التمرين تعود الى وجود مستقبلات المفصل والعضلة Joint and muscle receptors.

الفصل العاشر

«فسلجة الجهاز البولي»

Physiology of urinary System

أهمية العمليات الابرازية-

يعتبر الجهاز البولي المسؤول عن المحافظة على تنظيم حجم وتركيب السوائل الجسمية حيث يجعلها ضمن المدى الطبيعي . لذلك فأي خلل يصيب الكليتين كأن مرض او ماشبه ذلك فأنه يؤدي الى حصول اضطرابات في تراكيز السوائل الجسمية تلك .

ويحوى السائل الجسمي على فضلات عمليات الايض لمختلف المواد والتي تكون بحالة ذائبة وبتراكيز مرتفعة ويمكن توضيح ذلك بمايلي :-

١ . الكربوهيدرات والدهون- النواتج النهائية لهدمها في الجسم هي الماء وثاني اوكسيد الكاربون وهذه النواتج لاتشكل عقبة في التخلص منها حيث يفقد ثاني اوكسيد الكاربون عن طريق الرئتين خلال عملية التنفس اما الماء فيفقد بسهولة من عدة منافذ مختلفة مثل الترشيح خلال الكليتين او مع العرق أو البراز او مع زفير التنفس . وفي الحالات الطبيعية تكون كمية الماء المفقودة عن طريق الرئتين والبراز ثابتة تقريباً في حين الماء المفقودة عن طريق الغدد العرقية تتغير قيمته تبعاً لدرجة حرارة البيئة . وعلى هذا الاساس يكون التباين في كمية الماء المطروح بواسطة الغدد العرقية مرهون بتنظيم درجة حرارة الجسم وعادة يكون على حساب توازن السوائل الجسمية لذا فأن

الكليتين هما العضوان الوحيدان اللذان يستطيعان تنظيم كمية السوائل الجسمية وتركيبها .

٢. البروتينات – النواتج النهائية لهدمها تحتوي على مواد ازوتية ناتجة من هدم الاحماض الامينية هذا فضلاً عن الماء وثاني اوكسيد الكاربون ان الكربوهيدرات والدهون والبروتينات هي اهم مكونات الغذاء العضوية الرئيسية اضافة لذلك فأن الفيتامينات والهرمونات هي كذلك مواد عضوية ولكن كمياتها ضئيلة ويمكن للجسم ان يتخلص منها بطرق متعددة .
٣. الاملاح المعدينة – وهي الجزء غير العضوي من الغذاء ويتم افراز الفائض منها من الجسم في الحالات الطبيعية بكميات تعادل الكميات الداخلة في الجسم حيث ان تجمعها في الجسم بدرجة اعلى من المستوى الطبيعي يؤدي الى حدوث اضطرابات فسيولوجية .
٤. الادوية والعقاقير والمواد الغريبة الاخرى تساهم الكليتين في طرح نواتج هدمها او الفائض من حاجة الجسم منها .

وتستطيع الكليتان ان تنظم بعض الخوا ص الرئيسية للسوائل الجسمية التي هي : –

١. تراكيز المواد الذائبة في السائل .
٢. التركيز الكلي لجميع المواد الذائبة او مايعبر عنه الضغط الازموزي الكلي للسوائل الجسمية .
٣. الحجم الكلي للسوائل الجسمية .
٤. تركيز الاس الهيدروجيني pH لهذه السوائل .

كذلك احدى الوظائف الرئيسية للكليتين هو تكوين البول urine

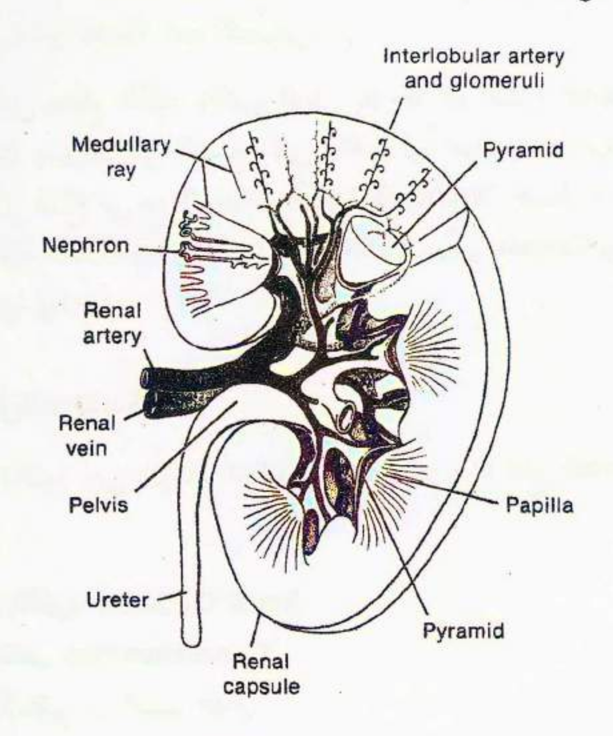
تركيب الجهاز البولي structure of urinary system :

يتالف الجهاز البولي من الكليتين Kidney ، والحالبين ureter والمثانة bladder والاحليل urethra .

اولاً – الكليتين Kidney

تحتاج الوظائف العديدة التي تنجزها الكلية الى تنظيم معقد من النبيبات tubules التي تكون متشابكة بشكل قوي مع الاوعية الدموية. ان معرفة العلاقة التشريحية للنبيبات الافرازية والقنوات الابرازية بالشعيرات تساعد في التوصل الى توضيح تراكيب الكلية ووظيفتها.

تقع الكليتان في الجزء الظهري من التجويف البطني على كل جانب من الابهر والاجوف الاسفل (١٠-١).



شكل (١٠-١) تشريح كلية اللبائن Eckert 1978

وعند قطع كلية طولياً يظهر السطح المقطوع على انه مكون من منطقتين واضحتين فالمنطقة الغامقة الخارجة هي القشرة Cortex وتقع عموماً تحت السطح المحدب الخارجي اما الجزء الباقي الداخلي الفاتح فهو اللب medulla الشبيه بالهرم المقلوب ويقابل السطح العريض من الهرم المسطح الداخلي من القشرة بينما قمة الهرم او الحليمة

الحوض ويكون الهرم اللبي والمادة القشرية المغلفة له الفص lobe وهو الوحدة التشريحية العينية للكلية. ويشبه شكل الكلية في معظم الثدييات حبة الفاصوليا واما في الطيور فيكون على شكل الكلية عبارةعن ثلاثة فصوص هي الفص الامامي، الوسطي، والخلفي وعادة تحاط الكليتين بطبقة دهنية لوقايتها من التأثيرات الميكانيكية والجروح.

تتكون كلية القطط، الكلاب، الحصان، المجترات الصغيرة من فص واحد فقط تسمى الكلية الاحادية الفص unilobar kidney او الكلية الاحادية الهرم unipyramidal kidney اما كلى الخنازير والمجترات الكبيرة فهي مكونة من عدة فصوص او اهرامات منفصلة multilobar or multipyramidal Kidney. وتمتاز كلى المجترات الكبيرة اضافة لذلك بوجود حدود خارجية لهذه الفصوص.

عند فحص مقطع الكلية بالكتبير الوطئ يلاحظ ان القشرة الغامقة تقطع وعلى مسافات معينة ببروزات من النسيج اللبي الافتح لوناً تعرف هذه البروزات بالاشعة اللبية، ان كل شعاع لبي مع الوحدات الكلوية Nephrons المحيطة به يكون مايعرف بفصيص الكلية lobule وتحاط الكلية بمحفظة تعرف بأسم Capsule وهي مؤلفة من طبقتين خارجية وداخلية.

الوحدة الكلوية Nephron

الوحدة الكلوية هي الوحدة الوظيفية للكلية، لها ستة قطع Segments متميزة هي:

١. الكرية الكلوية Renal Corpuscle
٢. الجزء الملتف Convoluted Part
٣. الجزء المستقيم من النبيب الداني.
٤. القطعة الرقيقة Thin segment
٥. الجزء المستقيم
٦. الجزء الملفوف من النبيب القاصي.

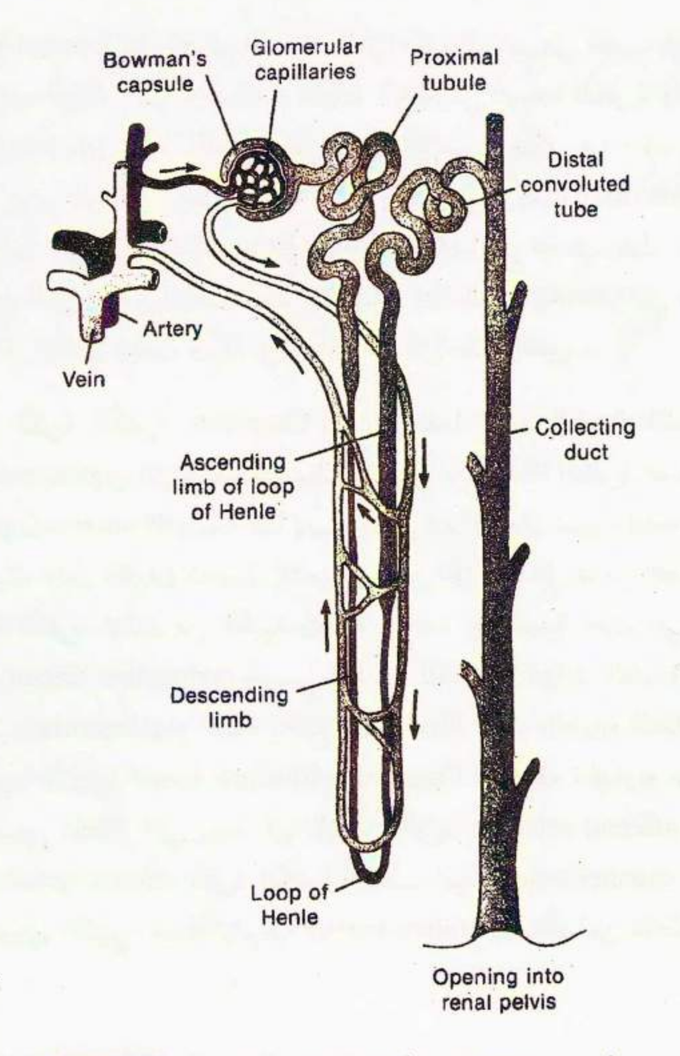
تقع النبيبات الملفوفة الدانية والقاصية في القشرة وتحيط بالكرة الكلوية وتؤلف الاجزاء المستقمية للنبيبات الدانية والقاصية مع القطعة الرقيقة عروة تمتد الى اللب تسمى عروة

هنل Loop of Henle يمثل الطرف السميك النازل الجزء المستقيم من النبيب الداني بينما تكون الاطراف الرقيقة النازلة والصاعدة القطعة الرقيقة من الوحدة الكلوية اما الطرف السميك الصاعد فهو الجزء المستقيم من النبيب القاصي (شكل ١٠-٢). ويوجد نوعين رئيسيين من الوحدات الكلوية النوع الاول يعرف بمجاور اللب Juxtamedullary nephron التي توجد في الثدييات mammlian nephron التي تتصف بطول عروة هنل في حين النوع الثاني يعرف بالوحدة الكلوية القشرية Cortical nephron التي اما تفتقد الى عروة هنل اوتكون قصيرة ويكثروجودهافي كلى الزواحف والطيور.

تتكون الكرية الكلوية Renal Corpuscle عندما تنغمد الخصلة الشعيرية او الكبيبة glomerulus في النهاية المتسعة المبطنة بالظهارة من الوحدة الكلوية المسماة محفظة بومان Bowman's Capsule ونتيجة لهذا يصبح شكل محفظة بومان شبيهاً بالفنجان ومزودة بجدراين حيث تغلف الظهارة الخصلة الشعيرية وتبطن الجدار القابل لها من المحفظة وبهذا فأن الكرية الكلوية تتالف من الكبيبة ومحفظة بومان ، ولها تسمية اخرى هي كبسولة مالبيجي malpighian Capsule وتسمى الظهارة المغلفة للشعيرات الظهارة الكبيبية glomerulus epithelium او الطبقة الحشوية من محفظة بومان والظهارة المبطنة للجدار المقابل للكبيبة الظهارة المحفظية Capsular epithelium او الطبقة الجدارية من محفظة بومان. وتسمى المنطقة التي يوجد فيها الشريان الوارد afferent arteriole والشريان الصادر efferent arteriole للكرية الكلوية بالقطب الوعائي vascular pole. ويكون الجدار الشعيري الكبيبي حجازاً ترشيحياً filteration barrier يتالف من ثلاث طبقات هي :

١. البطانة endothelium
٢. الصفحة القاعدية
٣. الظهارة الكبيبية.

وللنبيب الداني قطعتان رئيسيتان هما الجزء الملتف الذي يلتف عدة التفافات بالقرب من الكرية الكلوية والجزء المستقيم الذي يمتد الى المنطقة الخارجية من النخاع ويعتبر الجزء الملفوف من اطول اجزاء الوحدة الكلوية وعلى هذا يكون الجزء الاعظم من القشرة ، ويمتلك الجزء المستقيم من النبيبت الداني نفس الخصائص النسيجية التي يتميز بها الجزء الملتف بصورة عامة ويقع هذا الجزء في اللب ويكون اول جزء من عروة هنل.



شكل ١٠-٢ يبين الوحدة الكلوية الوظيفية مع تجهيزها بالدم Eckert (1978)

القطعة الرقيقة Thin segment هي الجزء الرقيق النازل والصاعد من عروة هنل ، فأن الجزء المستقيم من النبيب القاصي Distal tubuls هو الطرف السميك الصاعد من عروة هنل ويبدأ هذا الجزء من القطعة الخارجية للب . ويتجه نحو القشرة حيث يقترب كثيراً من الكرية الكلوية وهنا ينثني في المنقطة الواقعة بين الشريان الوارد والشريان الصادر بحيث يلامس الشريان الوارد .

وتتصل الوحدات الكلوية بالنبيبات الجامعة collecting tubules في منطقة القشرة وعلى الرغم من قيامها بامتصاص بعض المواد مثل البيكاربونات فلاتعتبر جزء من الوحدة الكلوية ذاتها.

ان النبيبات الجامعة هي الاجزاء الاخيرة من النبيبات الناقلة للبول حيث تتصل بالنبيبات الاخرى مشكلة قنوات اكبر حجماً تعرف بالقنوات الحليمية papillary ducts قنوات بيليني ducts of Bellini ، والنبيبات المقوسة Arched Collecting tubules وهي الفروع الجانبية في النبيبات الجامعة المستقيمة ويرتبط عن طريقها عدد من الوحدات الكلوية ضمن الفصيص الواحد، وتقع النبيبات الجامعة المستقيمة. في الشعاع اللبي وتمتد الى المنطقة الخارجية من اللب وعند وصولها الى المنطقة الدخلية تتصل بالنبيبات المستقيمة الاخرى.

تتصل عدة نبيبات جامعة مستقيمة مع بعضها بزوايا حادة لتكون قنوات اكبر حجماً هي القنوات الحليمية popillary ducts الذي تفتح على قمة الحليمة.

وما يتعلق بالتوزيع الدموي في الكليتين فتشمل على دخول الشريان الكلوي renal artery في منطقة السرة Hilus وينقسم الى عدد من الشراينية بين الفصوص interlobararteries التي تسير ضمن الاعمدة الكلوية فيا بين الاهرامات، تكون هذه الشرايين في قاعدة الاهرامات فروعاً فتتقوس فوق الاهرامات في الملتقى القشري اللبي تسمى هذه الفروع الشرايين القوسية arcuate arteries وتبعث الشرايين القوسية فروعاً الى القشرة في الحدود الجانبية من الفصيصات وتسمى هذه الفروع بين الفصيصات interlobular aroeries حيث تغطي اعداد كبيرة من الشريينات الواردة afferent arterioles التي تغذي الكبيبات كما تبعث بفروع نهائية الى الخصلة الشعيرية في المحفظة وتترك الشريينات الصادرة efferent arterioles الكبيبية لتجهز خصلاً شعيرية مختلفة.

تصرف الخصلة الشعيرية الواقعة في الجزء الخارجي من القشرة بواسطة الاوردة القشرية السطحية Super ficial cortical veins التي تتصل اخيراً بالاوعية النجمية Stellate Veins الموجودة تحت المحفظة. يتم تصريف الاوعية النجمية بواسطة اوردة بين الفصيصات التي تلتقي مع الاوردة القوسية في الملتقى القشري اللبي وتصل الشعيرات القشرية العميقة بالاوردة القشرية العميقة التي تسير بموازاة شرايين بين الفصيصات لتتحد في النهاية بالاوردة القوسية.

تتصل الاوردة القوسية باوردة بين الفصوص الواقعة في الاعمدة الكلوية وتفتح على الوريد الكلوي في منقطة السرة.

وتتصل كذلك الاوعية اللمفية الواقعة في المحفظة باوعية العقد اللمفية المجاورة كما توجد ظفيرة من الاوعية اللمفية في النسيج الخلالي للكلية، وترافق تفرعات اعصاب العقد البطنية Celiac ganglion والاعصاب الحشوية Splanchnic nerves الشريان الكلوي في منطقة السرة وتسير بنفس المسار التي تسلكه تفرعات هذا الشريان وتجهز الاعصاب الودية واللاودية الجدران العضلية للشريان وتمتد حتى منطقة الشرينات الكبيبية الورادة.

ويتالف معقد جار الكبيبة Juxtaglomerula Complex من ثلاثة اجزاء هي

١. الخلايا المجاورة للكبيبة التابعة للشريان الوارد
٢. البقعة الكثيفة macula densa في النبيب القاصي
٣. مجموعة الخلايا الواقعة بين الشريان الوارد والبقعة الكثيفة تسمى هذه المجموعة الوسادة القطبية polar Cushion او بولكسين Polkissen.

ثانيا – المجاري البولية Urinary Passage

تتكون المجاري البولية من الاعضاء التالية ابتداءاً من الكليتين: —

١. حوض الكلية Renal pelvis

هو النهاية المتسعة الدانية من الحالب التي تواجه قمة الحلب الكلوية وتتألف الغلالة العضلية tunica muscularis فيه عادة من ثلاث طبقات الداخلية والخارجية الطولية، ووسطى دائرية ويعتقد ان التقلص العضلي لهذه الطبقات يؤدي الى مايشبه عملية حلب الحليمات حيث يعصر البول المتواجد في القنوات الحليمية، الغلالة البرانية tunica adventitia تكون رقيقة وتتألف من نسيج ضام رخو واوعية دموية ودهن.

٢ . الحالب Ureter

يتألف جدار الحالب من ثلاث طبقات هي الغشاء المخاطي ، الغلالة العضلية والغلالة البرانية او (المصلية) . ويترك الحالب الكلية في منطقة السرة ليدخل بعد ذلك الى المثانة حيث يسلك مساراً مائلاً اثناء اختراقه بالغلالة العضلية وفي المنطقة التي يخترق الحالب فيها بطانة المثانة توجد سدله مخاطية mucosal flap شبيه بالصمام تعمل على سد فتحة الحالب عند امتلاء المثانة ويعتبر هذا جزء من الالية التي تمنع من رجع البول Urine reflux .

٣ . المثانة Urinarry bladder

هي بمثابة مخزن البول وهي الجزء المتسع من الحالب وان معظم الطبقات الموجودة في جدار الحالب موجودة في جدار المثانة والاختلافات الرئيسية تتمثل في الزيادة النسبية في سمك الطبقات المكون للغلالة العضلية ووجود طبقة ضئيلة من العضلة المخاطية في بعض الحيوانات .

٤ . الاحليل Urethra

يكون الاحليل الانثوي Femal urethra قصير نسبياً حيث يمتد من المثانة الى الفوهة البولية الخارجية وهو يتألف من اربع طبقات هي المخاطية ، تحت المخاطية ، العضلية ، والبرانية . ويمكن تقسيم الاحليل الذكري male urethra الى الجزء الحوضي ، الجزء البصلي bulbar portion والجزء القضيبي penile portion .

وظيفة الجهاز البولي

العوامل الرئيسية المؤثرة على فعاليات الجهاز البولي (الكليتين خاصة) هي (محتويات الدم الشرياني ، الهرمونات والاعصاب الكلوية) . وتنجز الكليتان ثلاث وظائف مهمة هي الترشيح والامتصاص واعادة الامتصاص والافراز (شكل ١٠-٣) ، فعملية الترسيح تتم في الكرية الكلوية لذلك يمثل راشح الكرية السائل الذي يمر من الدم في الكرية الى تجويف محفظة بومان ، فالماء ومعظم الجزيئات الاصغر حجماً من الحجم

الغروي يمكن ان تترشح من بلازما الدم لتكون راشح الكرية . ولا تمر الكريات الدموية ، البروتينات الغروية والدهون عادة خلال الغشاء وتعتمد كمية الراشح الكروي المنتج على ضغط الترشيح والذي هو نتيجة لفروقات ضغط توازن السوائل (ضغط الدم) والضغط التناضحي في شعيرات الكرية كما يقارن بنفس الانواع من الضغوط في تجويف محفظة بومان .

وكمية الراشح تتناسب طردياً مع ضغط الترشيح فضغط الدم العام يسبب زيادة في ضغط الكرية وبالتالي في الترشيح ، وزيادة ضغط الكرية يحدث ايضاً عندما يكون الشريان المصدر منقبضاً والشريان المورد غير منقبض وزيادة شرب الماء تخفف ضغط الدم وتخفض ضغطه التناضحي ، وانخفاض الضغط التناضحي الغروي للكرية يؤثر في زيادة ضغط الترشيح منتجاً زيادة في راشح الكرية .

وبالعكس فأن انخفاض ضغط الدم العام وانقباض الشريان المورد والجفاف (الناتج من زيادة الضغط التنافذي العام ، جميعها تخفض ضغط الترشيح منتجة راشحاً كروياً اقل :

ويلعب الجزء النبيبي في الوحدات الكروية دوراً مهماً في التوازن الكيمياوي لسوائل الجسم حيث تعيد النبيبات الدانية امتصاص مايقارب ٨٠٪ من الماء ، الصوديوم الكلوريد ، وثنائي الكاربونات الذائب كيمياوياً وكذلك تعيد امتصاص الكلوكوز والحوامض الامينية ، فالسائل الذي يغادر النبيبات الدانية يحتوي على الاس الهيدروجيني مقداره ٧,٤ وهو يحتوي على الصوديوم ، والكلوريد وثنائي الكاربونات بحوالي نفس تراكيز البلازما .

وبهذا فأن السائل يكون متكافيء الانتشار تقريباً مع بلازما الدم : وعلى الرغم من أن الكلوكوز يمكن ان يمر من خلال غشاء الكرية الا انه عادة يعاد امتصاصه وبهذا يعود تركيز الكلوكوز في الدم وان الانتقال الفعال للكلوكوز يظهر انه يعتمد على انتقال الصوديوم وهذا الاخير بدوره يعتمد على كمية الكلوكوز الموجودة فاحدهما يزيد الاخر، واعادة امتصاص الكلوكوز تتم في النبيبات الدانية ، واذا ازدادت قابلية الانتقال بوساطة وجود الكلوكوز في الراشح فأن القابلية القصوى للنبيبات تزداد والزيادة تبقى في الادرار كما في حالة مرض السكر، واعادة امتصاص الصوديوم تحدث في جميع النبيبات وفي القنوات الجامعة ففي

النبيبات القاصية وقنوات الجمع غالباً ماتستبدل ايونات الصوديوم بأيونات الهيدروجين ، والبوتاسيوم او الامونيوم وحالما يعاد امتصاص ايونات الصوديوم يجب ان ترافق هذه بواسطة حالة الايون السالب او التبادل الايوني بالايون الموجب .

والاس الهيدروجيني النهائي للادرار يعتمد على كميات الايونات المختلفة فيه ان زيادة الادرار ببساطة هي زيادة كمية الادرار المنتجة والتي يمكن حدوثها بواسطة ارتفاع مستوى البلازما بواحد او اكثر من مكونات الادرار والتي بضمنها الماء عندما ينخفض مستوى الضغط التناضحي للبلازما لمستوى لايحفز اطلاق الهرمون المضاد للادرار، وزيادة المواد الاخرى غير الماء يجب أن تبقى ذائبة او لايمكن طردها وهذه تنتج ادراراً تناضحياً ، والماء ضروري ليعمل كمذيب ينتج الزيادة في حجم الادرار. وتسيطر الكليتان مباشرة على حجم ومحتوى السائل خارج الخلايا في الجسم وتسيطر بصورة غير مباشرة على محتوى السائل داخل الخلايا وبوجود معدل واسع من تعادل الماء والمواد الذائبة لذلك فان محتوى وحجم السائل في الجسم تبقى ثابتة نسبياً ، وانتقال الماء وهذه المواد عبر الخلايا النبيبية هو المكننة الوظائفية الاساسية للكلية ، فاذا حملت المواد من تجويف النبيب الى السائل البيني تسمى افراز، والانتقال يمكن ان يكون سلبياً عندما يسبب بواسطة قوى مثل الانتشار او التناضح في حين ان الانتقال الفعال يتطلب تجهيز طاقة بواسطة خلايا النبيب : وطبيعياً فأن المواد المترشحة ذات الاستعمال الاضافي للجسم تعود الى الدورة ولكن زيادة كميات هذه المواد والمواد غير المفيدة تلفظ الى الادرار ولايعاد امتصاصها .

وهناك قابلية قصوى للنبيب لاعادة الامتصاص للمواد او افرازها واساسياً فأن كل مادة فيها عتبة حد Threshold والزيادة في اعادة الامتصاص للمادة فوق عتبة الحد ستبقى في الراشح لتطرد مع الادرار وكل المواد الموجودة في الراشح الكروي فوق عتبة الحد يعاد امتصاصها بواسطة النبيبات اما الكميات فوق العتبة فيتم طردها . وما يعرف بتصفية البلازما هو قياس لكمية البلازما المصفاة من مادة معينة خلال دقيقة واحدة بواسطة الكليتين والمعادلة لحساب تصفية البلازما هي : –

$$\text{تصفية البلازما من المادة} = \frac{\text{ملغم/ مل من المادة في الادرار} \times \text{مل من الادرار/ دقيقة}}{\text{ملغم/ مل من المادة في البلازما}}$$

وعادة يقاس تصفية المواد على اساس مقارنتها بتصفية مادة الانيولين Anulin والتبول micturition يعني لفظ الادرار من المثانة وهو يمثل عملية انعكاسية تحفز بواسطة تمدد المثانة نتيجة للجريان المستمر للادرار اليها عن طريق الحالبين حتىيصبح الضغط فيها مرتفعاً بدرجة كافية لان يحفز مراكز الانعكاس في الحبل الشوكي والتي بدورها تسبب تقلص عضلات جدران المثانة عن طريق الاعصاب جارات الودية العجزية Sacral parasympathetic nerves ويمكن ان يمنع انعكاس تفريغ المثانة ارادياً وذلك عن طريق السيطرة اللاارادية على العاصرة الخارجية المحيطة بهذه المثانة.

التنظيم العصبي- الهرموني لعمل الكليتين

لغرض انجاز عملية الترشيح بصورة فعالة فان ضغط الدم خلال الشعيرات في الكبيبة يجب ان يبقى عالياً نسبياً ومثل هذه الحالة تضمن بواسطة وجود الشعيرات على طول الشريان بدلاً من تواجدها بين شريان ووريد، كما في معظم الحزم الشعرية وان كلاً من الشرايين الدقيقة الموردة للكبيبة والشرايين الدقيقة المصدرة من الكبيبة تكون مجهزة بعضلات ملساء وبذلك فأن كمية الدم الداخل الى الكرية والضغط ضمن الكبيبة يمكن ان يحدد بواسطة تقلص اما الشرايين الدقيقة الموردة او المصدرة اوكلاهما عندما يصل الشريان المورد الى الكبيبة فانه يحاط بحلقة من الخلايا الطلائية والتي تمتلك بعض خصائص العضلات الملساء وبعض خصائص الخلايا الطلائية وهذه الحلقة المحيطة بالشريان الصغير تسمى بجهاز جار الكبيبة Juxta glomerulus apparatus وهذا هو موقع انتاج الكلوين Renin (ليس الذي يفرز من المعدة Renin) والذي يفرز الى الدم عندما يكون الضغط في الشرايين الموردة منخفضاً وفي الدم فان الكلوين يعمل على الفاكلوبيولين المحددة للاوعية الدموية angiotcnsinogen لينتج انكوتسنين Angiotensin. الذي يعمل كقابض للاوعية لزيادة ضغط الدم وايضاً يعمل على الغدة الادرينالية لافراز الالدوستيرون Aldosterone وهذا الاخير بدوره يعمل على الكلية لحفظ الصوديوم.

كذلك فأن الهرمون المضاد للادرار Anti diuretic hormone (ADH) المفرز من الجزء العصبي للغدة النخامية والالدوستيرون الحافظ لايونات الصوديوم والمفرز من الغدة الكظرية هما الهرمونان الرئيسيان اللذان يؤثران على عمل الكلية حيث يسلط كلاهما عمله

على النبيبات القاصية وانابيب الجمع فالهرمون المضاد للادرار يزيد من اعادة امتصاص الماء في حين يزيد الالدسيترون من اعادة امتصاص الصوديوم. ان مستقبلات الازموزمية الموجودة تحت المهاد تسبب انطلاق الهرمون المضاد للادرار حالما يكون الضغط الازموزي للدم في الشريان السباتي الداخلي مرتفع جداً وهذه المكننة تساعد على المحافظة على الماء وذلك عن طريق زيادة اعادة امتصاص الماء ونتيجة لذلك فالادرار الناتج يكون ذو تركيز عالي.

كمية وتركيب وصفات البول

يمثل البول في اللبائن محلول لمواد عضوية ولاعضوية عديدة ويختلف البول في الرائحة، اللون، المحتوي بالنسبة الى سوائل الجسم الاخرى. ويختلف تركيب وصفات البول بالاعتماد على نوع الغذاء والنشاط العضلي وحالة الحيوان والتغييرات المرضية والفسيولوجية التي تواجه الحيوان وهذه مجتمعة او منفردة تؤثر على النشاط الخلوي في الجسم.

جدول ١٠– ١ كمية البول المتكونة خلال ٢٤ ساعة لحيوانات مختلفة موضحة كالاتي : –

الحيوان	لتر
الابقار	٦– ٢٠
الفرس	٥– ١٠
الاغنام، الماعز	٠,٥– ٢
الخنزير	٢– ٥
الكلب الكبير	١,٥– ١
الكلب الصغير	٠,٠٤– ٠,٢
القطة	٠,٠٥– ٠,٢
الارنب	٠,٠٤– ٠,١

وتعتمد كمية البول المتكونة على كمية وتركيب المادة العلفية المتناولة بالدرجة الاولى ، حيث تعطي المادة العلفية الخضراء افراز اكثر من البول مقارنة بالمادة العلفية الجافة ، كذلك المادة العلفية الحاوية على نسبة عالية من البروتين تؤدي الى افراز بول اكثر لانه تكون مواد نتروجينية كثيرة في الدم والتي يجب ان تطرح خارج الجسم (كاربامايد ، الامونيا) وكذلك تعتمد كمية البول المتكونة على كمية الماء المطروح من الجسم عن طريق التنفس والغدد العرقية ، والغدة اللبنية وغيرها ، وكمية البول المطروح خلال النهار هي اعلى منه في الليل وذلك راجع الى زيادة نشاط الحيوان خلال النهار (جدول ٩ – ١)

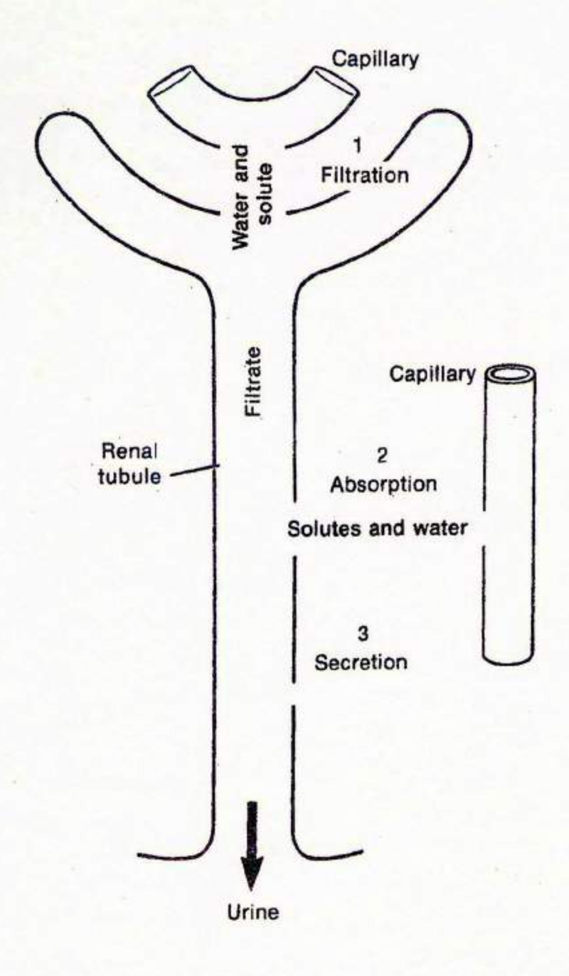
ويكون البول في معظم الحيوانات مائي وذو سائل رائق ورائحة خاصة . ويعتمد لون البول على الصبغات الموجودة فيه (خاصة في المجترات) . وكذلك الصبغات الموجودة في الغذاء .

والوزن النوعي للبول يعتمد على كمية المواد الذائبة فيه ويكون في بعض الحيوانات كالآتي : –

جدول ١٠ – ٢ يوضح الوزن النوعي لبعض الحيوانات

الحيوان	الوزن النوعي للبول
الحصان	٠,٠٢٥ – ١,٠٥٠
الابقار	١,٠٣٥ – ١,٠٤٥
الاغنام والماعز	١,٠١٥ – ١,٠٤٥
الخنزير	١,٠١٠ – ١,٠٥٠
الكلب	١,٠١٦ – ١,٠٦٠
القطة	١,٠٢٠ – ١,٠٤٠

والاس الهيدروجيني لبول الحصان هو ٦,٨ – ٨,٤ والابقار ٦,٥ – ٨,٧ ويحتوي البول على ٩٦٪ و ٤٪ مادة جافة التي هي تتكون من مادة عضوية وغير [illegible]



شكل (١٠ – ٣) يوضح العمليات الثلاث الداخلة في تكوين البول داخل كبيبة الوحدة الكلوية

الفصل الحادي عشر

فسلجة التكاثر Repro ductive physiology

التكاثر: -عبارة عن نشاط فسيولوجي اساسي وبواسطته يضمن الكائن الحي الحفاظ على النوع . وهناك نوعين من التكاثر هما الجنسي واللاجنسي ، ففي التكاثر اللاجنسي تنتج الافراد الجديدة من اب او ام واحدة (الانقسام ، التبرعم) وفي التكاثر الجنسي ينتج الفرد الجديدة من اندماج الخلايا الجرثومية Germinal cells الناتجة من أبوين يختلفان في الجنس هما الذكر male ، والانثى Femal وتمتاز الحيوانات الفقرية بانها تتكاثر جنسياً .

البلوغ والنضج الجنسي : - Puberty and sexual maturty

البلوغ هو عبارة عن فترة اليفاعة «المراهقة» والتي يكون عندها الذكر او الانثى باستطاعتها انتاج واطلاق الامشاج التناسلية لاول مرة. فالتبويض او الشيوع الاول في الانثى يشير الى وصولها عمر البلوغ وكذا الحال في الذكور فعند مشاهدة النطف لاول مرة معناه ان الذكر وصل عمر البلوغ «على الرغم ان عملية تكوين النطف تستغرق وقتاً طويلاً لحين دفقها ejaculation» .

البلوغ ليس بالعملية الانية التي تحدث بوقت قصير بل هي عبارة عن مجموعة متسلسلة من العمليات تبدأ من المراحل الجنينية الاولى . ويعتبر النمو العام للجسم وتطوره اساسياً لتطور الوظيفة الجنسية والتناسلية في كل من الذكر والانثى . ولحين الوصول الى عمر البلوغ يكون نمو الاعضاء التناسلية والغدد الصم ذات العلاقة موازياً للنمو العام لاعضاء الجسم المختلفة ولهذا فان بعض الباحثين قد قسم تطور ونضج الاعضاء التناسلية في الابقار الى ثلاث اطوار هي : -

١ –. طور نضج الغدة النخامية الذي يقع بين عمر ٣ – ٦ اشهر.
٢. طور نمو المبايض الذي يقع بين عمر ٦ – ١٢ شهر.
٣. طور تطور الرحم والذي لايكتمل حي السنة الثالثة من العمر.

وترافق عملية البلوغ تغيرات هرمونية حيث تؤثر الهرمونات مغذيات الغدد التناسلية الاساسية النخامية على الغدد التناسلية الاساسية قبل البلوغ بفترة.

ووجد ان الفص الامامي للنخامية له القدرة على افراز هرمونات حتى في الاسبوعين الاولين من الحياة ولكن كمية ماهو مفرز من هذه الهرمونات تكون قليلة تؤثر على الغدد التناسلية الاساسية (المبايض او الخصيتان)، وبهذا يمكننا القول ان سبب حدوث البلوغ هو الزيادة المفاجئة الاضافية وليس البداية المفاجئة في افراز هذه الهرمونات. حيث وجد بعض الباحثين (في النعاج قبل بلوغها) ان هناك قمماً لانطلاق هرمون الاباظة leutiniz-ing homone (LH) تزداد هذه القمم في تكرارها وضخامتها باتجاه الوصول الى عمر البلوغ وان مستوى هرمون محفز الجريبات follicle stimulating hormone (FSH) فيظهر انه يرتفع هو الاخر كلما اقترب الحيوان من عمر بلوغه ونتيجة لارتفاع مستويات هذه الهرمونات فأن الغدد التناسلية الاساسية تستجيب لذلك. واختصاراً يمكننا القول ان هناك شرطان اساسيان لتحقيق البلوغ. الشرط الاول يكون خلال الفترة الجنينية حيث ان اعضاء الهدف للهرمونات مغذيات الغدد التناسلية الاساسية وللستيرويدات Steriods مثل تحت المهاد والاعضاء التناسلية يؤكد تفريقها جنسياً اما الى حالة الذكورة او الانوثة والشرط الثاني هو تقدم نضج الغدد التناسلية الاساسية واحراز تقدم جدي في حساسية تحت المهاد وتراكيب الدماغ ذات العلاقة للستيرويدات والتي تؤدي الفعالية الجنسية عند البلوغ. وهناك عوامل عديدة تؤثر على عمر البلوغ اهمها هي :

١. التغذية Nutrition تؤدي التغذية العالية الى ان يكون وزن الجسم عند البلوغ اعلى من الوزن الطبيعي حيث يصل الحيوان النضج الجنسي بعمر اقل والعكس صحيح حيث ان اعطاء عليقة منخفضة الطاقة يؤخر النمو وبالتالي يتأخر البلوغ.
وهناك ارتباط بين وزن الجسم ووزن الخصيتين او الشيوع الاول فاذا كا ن مستوى التغذية طبيعياً فأن البلوغ يحدث عندما يصل وزن الجسم الى ٦٠٪ من وزن الحيوان البالغ في الاغنام و ٤٥٪ من وزن جسم الحيوان البالغ في الابقار.

٢ . الموسم Season – يعتمد عمر البلوغ على موسم الولادة وخير مثال على ذلك الاغنام التي هي موسمية التناسل فقد يصل الحيوان الى وزن البلوغ ولكنه لايبلغ فعلاً مالم يصل الى موسمه التناسلي الاعتيادي ، فالنعاج المولودة في كانون الثاني تصل عمر البلوغ بعد ثمانية اشهر في حين المولودة في نيسان تصل عمر البلوغ بعد ستة اشهر وهذا ينطبق على عجلات الفريزيان المولودة في الربيع حيث تصل عمر البلوغ بعمر ١٢ شهراً في حين المولودة في الخريف تصل بعمر ١٦ شهر.

٣ : وجود الجنس الآخر – يؤثر في التبكير في عمر البلوغ حالة وجود الجنس الثاني .

٤ . العوامل الوراثية والسلالة – ابقار الحليب تصل اسرع الى عمر البلوغ من ابقار اللحم . وابقار البراهما تتأخر في عمر البلوغ بحوالي ٦ – ١٢ شهر عن الابقار الاوربية .

٥ . الحرارة Temperature الحيوانات التي تعيش في المناطق الحارة تتأخر في عمر البلوغ وهذا يعود الى تأثير الحرارة على الغدة النخامية وافرازاتها وعلى انتاج هرمون الاستروجين Estrogen وفعاليته .

النضج الجنسي Scxual maturity :

هناك فترة تأخير تتراوح من عدم ايام كما في الثدييات الصغيرة الى عدة اسابيع كما في الثدييات الاليفة الى عدة سنوات كما في الثدييات العليا بين التبويض وبين القدرة على الانجاب وانتاج المواليد تسمى بنقطة النضج الجنسي (جدول ١١ – ١) . اما في اناث الدجاج الداجن فليس هناك فترة تأخر فقد يحدد النضج الجنسي للدجاجة عندما تضع اول بيضة لها .

فسلجة الجهاز التناسلي الذكري : –

يشمل الجهاز التناسلي الذكري في الثدييات الزراعية على الغدد التناسلية الاساسية وهي خصيتين تكونان داخل كيس الصفن Scrotum والمسؤولة عن انتاج النطف والهرمونات الجنسية الذكرية ، واعضاء اضافية تشمل على البربخ Epididymis ، الاسهر او الوعاء الناقل Vas deference لكل خصية والغدد الجنسية الاضافية الحويصلات المنوية Seminal Vesicle البروستات prostate ، غدة كوبر Cowper, S

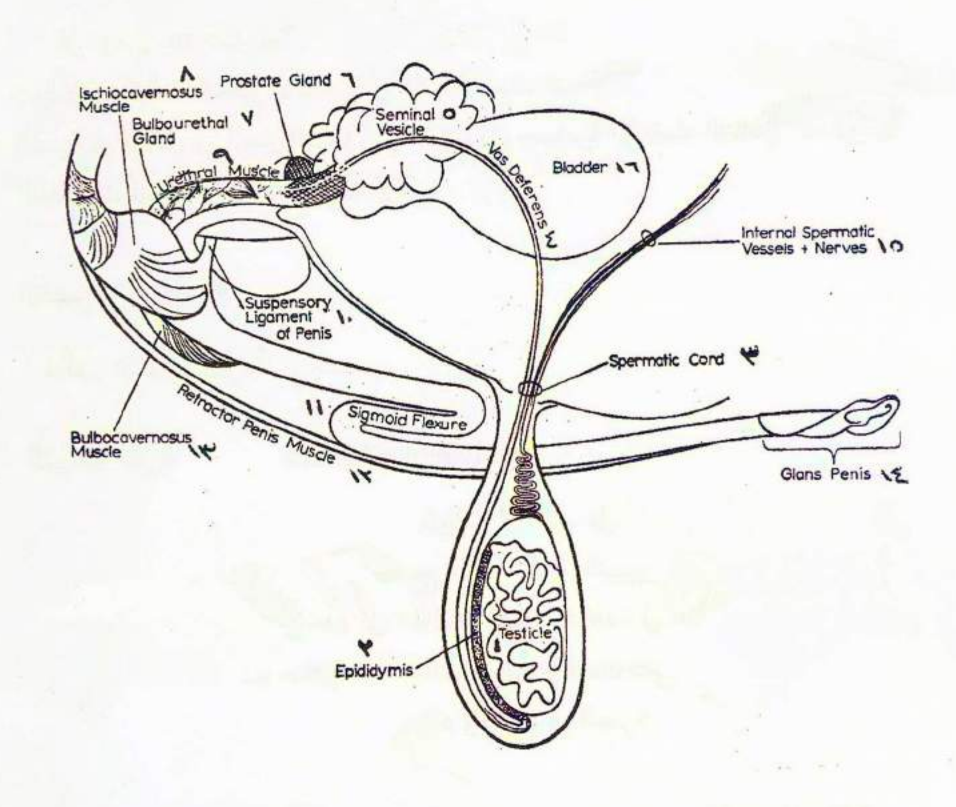
جدول (١١ – ١)– النضج الجنسي لانواع مختلفة من ذكور الحيوانات

نوع الحيوان	ظهور علامات النضج الجنسي (شهر)	بدء امكانية استخدامه للتلقيح (سنة)	الخمود الجنسي (سنة)
الحصان	١٢ – ١٨	٣ – ٥	٢٠ – ٢٧
الابقار	٨ – ١٢	١,٥ – ٢	٢٠
الاغنام	٦ – ٨	١,٥ – ٢	٦ – ٨
الماعز	٦ – ٨	١ – ٢	٦ – ٨
الخنازير	٥ – ٨	١ – ٣	٦ – ٨
الكلاب	٦ – ٨	١ – ٢	١٠

gland والاحليل Urethra والقضيب Penis (شكل ١١ – ١). ويفتقد في الجهاز التناسلي الذكري للطيور الغدد الجنسية الاضافية.

وتتالف الخصيتين من الناحية التشريحية من النبيبات المنوية Seminiferous tubules التي تنتج النطف Sperms وخلايا لدج Leydig cells الموجودة في الانسجة الخلالية التي تفرز هرمون التستيرون testosterone الذي يعتبر الهرمون الذكري الرئيسي والمسؤول عن وظيفتين حيويتين رئيسيتين هما : –

اظهار الصفات الجنسية الذكرية الثانوية Secon dary sexual Characters (نمو القضيب ، نمو الشعر ، والصوت الخشن) وكذلك مسؤول عن تعزيز الرغبة الجنسية Libido في كلا الجنسين.
الهرمون ذو فعل بنائي anabolic فقد يزيد من التكتل العضلي واحتباس النتروجين nitrogen retention وتعديل توزيع الدهن في الجسم.
ان الذكور تصنف كما تصنف الاناث الى مستمرة او موسمية. وفي اكثر الانواع يتطابق السلوك التناسلي للذكر مع ذلك السلوك في الاناث وضمن الحيوانات الموسمية التناسل كقاعدة تضمر الخصية في نهاية الموسم وفي نفس الوقت الذي تضمر فيه المبايض في اناث



شكل (١١ – ١)

١. الخصية
٢. البربخ
٣. الحبل المنوي
٤. الوعاء الناقل او الاسهر
٥. الحويصلة المنوية
٦. غدد البروستات
٧. الغدد البصلية – الاحليلية
٨. الخصلية الوركية الكهفية
٩. العضلة الاحليلية
١٠. الرباط المغلق للقضيب
١١. الالتواء النسبي
١٢. العضلة المرجعة للقضيب
١٣. العضلة البصلية الكهفية
١٤. حشفة القضيب
١٥. الاوعية والاعصاب المنوية الداخلية
١٦. المثانة.

Frandson (1981)

نفس النوع وفي بداية الموسم وفي اكثر الانواع تظهر الخصية علامات من الفعالية الجنسية قبل ان تبدأ المبايض فعاليتها .

ان تزامن Synchronization وظائف التناسل في الذكور والاناث الموسمية التناسل يعود لان مكننات التنظيم الاساسية في كلا الجنسيت متشابهة ، اما الرغبة الجنسية المبكرة النسبية في الذكور في الموسم التناسلي فربما تعزى الى حساسية الاعضاء التناسلية للذكور الى التحفيزات الخارجية والداخلية المشتركة .

الخصية Iestis

تتألف الخصية تشريحاً من : –

النبيبات المنوية Seminiferous tubules

عند الولادة او التفقيس يكون للذكر نبيبات لاتحتوي على تجاويف وتكون مبطنة بطبقة مفردة من النوى الصغيرة. وحالما ينضج الذكر تكون النبيبات تدريجياً ويتطور الطلاء الجرثومي في حالة الطبقة الواحدة الى الحالة المعقدة والمشاهدة في الذكور الناضجة جنسياً التي يكون فيها كل انواع الخلاياسليفات النطفة Spermatogonis والخلية النطفية الاولية والثانوية وهناك اختلاف مهم ضمن الافراد والانواع في العمر الذي تبدأ فيه نشأة النطفة Spermatogenesis والسرعة التي تتطور بها .
ان عمر نشأة النطف مبين في جدول (١١ – ٢) في الانواع المختلفة من الحيوانات .

وتظمر في الذكور موسمية التناسل الخصية تماماً خلال الموسم غير التناسلي ، ويعود الطلاء الجرثومي الى الحالة التي يوجد عليها عموماً في الذكور الفتية غير الناضجة جنسياً . وتفقد النبيبات تجويفها ويتبطن بطبقة مفردة من سليفات النطفة الصغيرة .

ان نشأة النطف تتطلب حوالي ١٠ ايام في الفأر ويوماً واحداً في الجرذي ، و ٣٩ يوماً في الارنب و ٤٨ يوماً في الثور و ٥٠ يوماً في الكبش و ٣٠ يوما في الديكة .

جدول ١١- ٢ يبين العمر الذي يحدث فيه نشأ النطفة في بعض انواع الحيوانات والانسان

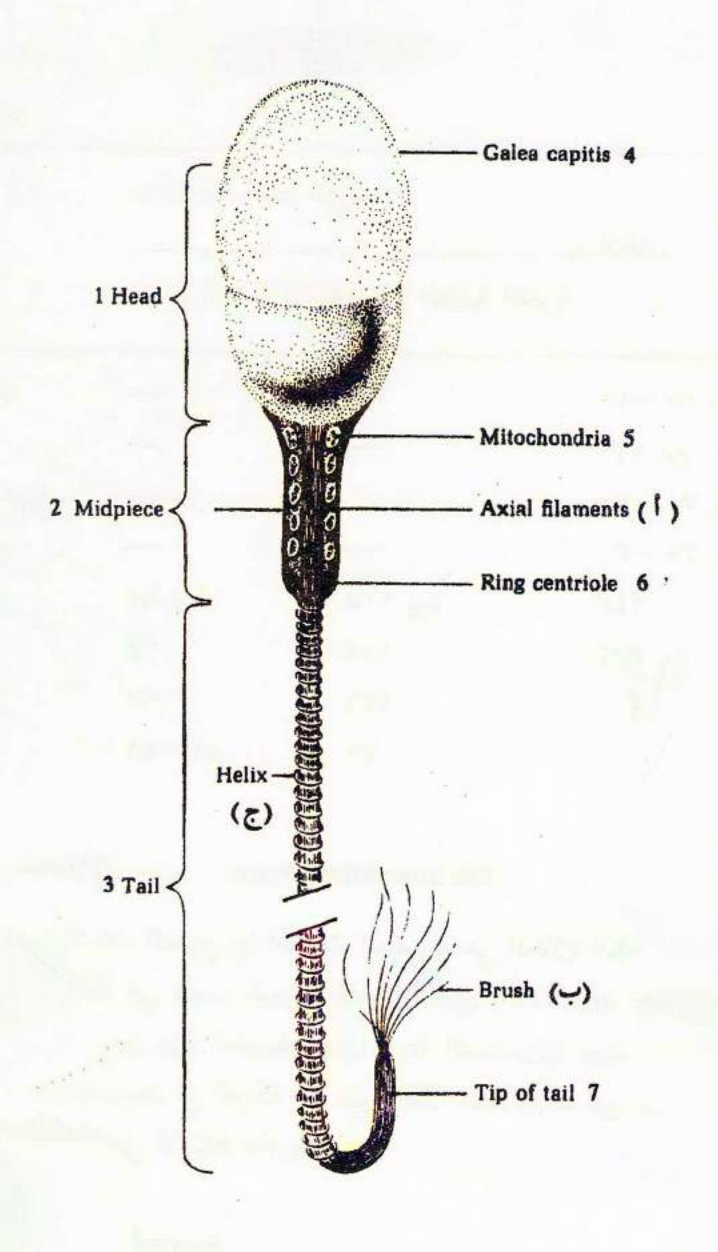
	معدل العمر عند ظهور النطف		
	الخلية النطفية الاولية	الخلية النطفية الثانوية	
الانسان	—	—	١٠- ١٥ سنة
الماعز	—	—	١١٠ يوم
خنزير غينيا	—	—	٥٠- ٧٠ يوم
الجرذي	—	—	٣٠- ٣٥ يوم
الخنزير	٨٤ يوما	١٠٥ يوماً	١٤٧
الثور	٦٣	١٨١	٣٣٤ يوم
الكبش	٦٣	١٢٦	١٤٧ يوم
الديك	٤٢- ٥٦	٧٠	٨٤- ١٤٠ يوم

الانسجة الخلالية :- The interstitial Lissues

ان اهم مكونات النسيج بين النبيبات الخصوية هي الخلايا الخلالية اوخلايالدج التي كما ذكر سابقاً هي مصدر الهرمون الجنسي الذكري (التستسيرون testosterone). هناك ارتباط قوي بين وزن الخصية ومعدل سرعة التستسيرتون ووزن الاعضاء النهائية المعتمدة على هذا الهرمون في الديكة على سبيل المثال هناك ارتباط قوي بين وزن الخصية وحجم العرف (معامل الارتباط =+ ٠,٠٩٨)

٣. النطفة :- Sperms

تتكون خلية النطفة السوية من الراس، والرقبة والمنطقة الوسطى والذيل (شكل ١١ - ٢).



شكل (١١ - ٢)
خلية ونطفة سوية الملاحظة تحت المجهر الالكتروني. ان الخيوط المحورية (١) التي تبدأ في المنطقة الوسطى تمتد خلال الذيل وتنتهي بالفرشاة (ب) واللمف اللولبي (ج) يحيط بسطح الذيل ولايمتد الى النهاية.

ويغطي الرأس بقعة بروتوبلازمية Gaba Capitis ويُختلف شكل الرأس باختلاف الانواع فهو يكون مسطح مبيضي في الثور والكبش والخنزير والارنب ومدور في الانسان وفي الطيور يكون الرأس اسطوانيا طويلا Longated Cylinder .

ان فترة بقاء النطفة الدافقة على قيد الحياة في الجهاز التناسلي الانثوي لمعظم الحيوانات الثديية قصيرة جدا (٢–٣٠ ساعة) في حين ممكن ان تبقى حية داخل قناةالبيض في اناث الطيور مدة اطول بكثير حيث تبلغ ٥–١١ يوم في البط duck ، الوز Goose ، والدجاج chickens و ٤–٦ اسابيع في الدجاجْ الرومي Turkey ويسبب كبر حجم الجهاز التناسلي الانثوي نسبيا فان الجزء الاكبر من الدفقة المنوية لايصل قناة البيض . وكذلك فان جزء قليل من النطف فقط ربما تصل مكان اخصاب البويضة وعدد منها ربما يدخل المنطقة الشفافة zona pellucida لكن نطفة واحدة فقط تدخل البويضة وتحقق الاخصاب .

لقد اعتقد انه من الضروري عادة تواجد مالايقل عن ٥٠ مليون نطفة حية في القذفة لضمان الخصوبة على الرغم تجريبيا اعطت تراكيز نطف اقل من ١٠٠ الف نطفة فقد اعطت خصوبة جيدة وحتى اعلى خصوبة .

البربخ Epididymis

يمثل انبوب طويل جدا بشكل حاد يمتد على المحور الطولي لسطح الخصية الخارجية وهو يربط الاوعية المصدرة للخصية بالوعاء الناقل او الاسهر Vas deferens ويتم نضج النطفة القادمة من الخصيتين في البربخ .

الاسهر (الوعاء الناقل) Vas deferens

يعتبر تجويف الاسهر امتداد لتجويف البربخ غير أن جداره اسمك من جدار البربخ ويقوم الاسهر بلفظ النطف في حالة القذف من البربخ الى القناة القاذفة ejaclatory duct التي تكون قصيرة ومخترقة لغدة البروستات .

القضيب :– Penis

يمثل القضيب عضو الجماع الذكري الذي يستخدم للايلاج في الاعضاء التناسلية الانثوية ويتركب القضيب من نسيج انتصابي يضم ثلاث كتل اسطوانية هي الجسمان

المتكهفان Corpora Carvernosa والثالث هو الجسم الاسفنجي Corpus Spongiosum ويقسم القضيب الى ثلاث اقسام هي ١. الحشفة او النهاية الحرة ٢. الجزء الرئيسي (الجسم) ٣. قاعدتان او جدران.

وينتصب القضيب نتيجة لضخ الدم إليه بشكل يفوق الكمية المغادرة منه وبذلك تحصل الزيادة في الحجم والطول ويصبح صلبا. وتمتلك بعض الطيور قضيبا صغيرا واثريا مثل الدجاجة والديك الرومي وهو ينتصب نتيجة لاحتقانه باللمف وليس بالدم في حين بالطيور المائية مثل البط والوز تمتلك قضيبا طبيعيا يستخدم في عملية الايلاج.

فسلجة الجهاز التناسلي الانثوي:-

يتكون الجهاز التناسلي الانثوي من المبايض والجهاز الناقل والاخير لايستلم فقط البيوض من المبيض ونقلها الى مكان انغراسها Inplantation في الرحم بل يستلم ايضا النطف وينقلها الى مكان الاخصاب وفي قناة المبيض Oviduct. ويمكن تقسيم الوظائف الجنسية والتكاثرية للجهاز التناسلي الانثوي الى مرحلتين اساسيتين الاولى تهيأة الجسم للاخصاب والحمل والثانية مرحلة الحمل نفسها.

تكون المبياض في الحيوانات الثدية عادة بشكل زوجي ويعتمد حجمها بدرجة كبيرة على عمر الانثى وحالتها التناسلية ونوع الحيوانات وكذلك اذا كانت الانثى متعددة المواليد Polytous او مفردة monotocous ففي الاولى يكون شكل المبيض اشبه بالعنقود وفي الثانية يكون بيضوي الشكل وفي الفرس يكون شكل المبيض مشابها لشكل الكلية مع وجود تقعر واضح.

حويصلة المبيض:- TheOvarian follicle

تمر حويصلة المبيض بثلاث مراحل في النمو ففي الجنين وكذلك في الاناث بعد الولادة تكون معضمها حويصلات اولية Primary follicle وتكون هذه طبقة سميكة تحت الطبقة البيضاء tunica albuginea ويمكن معرفتها من كون البيوض الموجودة فيها لاتمتلك غشاءا حيويا هو غشاء الفيتالين Vetelline membrane يغلف البيوض عادة عدة طبقات من الخلايا الحويصلية التي تكون الطبقة الجيبية الاكثر تعمقا. وعندما تكتسب البويضة غشاء

(المنطقة الشفاف) Zona pellucida تنمولتصبح الحويصلات الثانوية Secondary follicle في هذه المرحلة تتخذ الحويصلة شكلا بيضويا وتنتقل من القشرة الى الجزء اللبي للمبيض.

ومن الواضح اخيرا ان الفراغ المملوء بالسائل (الجيب Antrum) يتكون حول البويضة ويحاط به طبقات الخلايا الجيبية ويسمى هذا السائل بالسائل Lipuor folliculi وتسمى الحويصلات ذات الجيوب Antra بالحويصلات الثلاثية tertiary follicles التي تعرف بحويصلات كراف Graafian follicles واستمرار نمو الحويصلة الناضجة نتيجة لتجمع السائل الحويصلي وتبرز كمنطقة فوق سطح المبيض الحر. في هذه المرحلة تحاط البيضة بكتلة صلبة من الخلايا الحويصلية مكونة القرص المثمر Cumulus oopherus او القرص الجرثومي Discus proligerus.

اضافة الى الحويصلات المتطورة طبيعيا فان المبيض يحتوي على عدد من الحويصلات المنحلة وبعض الحويصلات التي لها الضمور Atresia. وتعتبر الحويصلة في بيض الطيور اسرع نمواً من جميع الحويصلات في الفقريات العليا فهي تبدأ بقطر اقل من ١ ملمتر ووزن اقل من ١٠٠ ملغرام وتصل البويضة حجم النضوج وزن ١٨-٢١ غرام لفترة ٩ ايام من ذلك يتضح حصول نقل وترسيب عالي جدا من الدم للمواد التي تكون البويضة وينجز هذه المهمة جهاز دوران معقد جدا الذي يمتاز بتطوره الكبير في التجهيز الوريدي مقارنة بالتجهيز الشرياني ويعتمد الجهاز الوريدي على جلب الدم للشبكة الوريدية حيث يبقى لفترة طويلة كافية للسماح لمكونات المح بالانتقال الى البويضة.

الاجسام الصفراء :- carpora lutea

بعد حصول عملية الاباضة يملأ تجويف الحويصلة بالدم او اللمف وفي بعض الحيوانات مثل الخنازير تضخم هذه السوائل اللحويصلة المباضة لدرجة تكون فيها الحويصلة في الفترة من خمسة الى سبعة ايام بعد الانفجار اكبر حجما من اي وقت اخر. وفي الانواع الاخرى من الحيوانات مثل الاغنام والماشية يكون تجميع السوائل ضئيلا بالحويصلة اصغر مما كانت عليه قبل الاباضة وتمتص ثانية خثرة الدم تدريجيا بتقدم تكوين الجزء الاصفر واخيرا يملأ الفراغ بالخلايا الصفراء لتكون الجسم الاصفر الذي يقوم بافراز

هرمونات البروجستيرون التي تلعب دورا مهما في بداية الاخصاب وذلك لتهيأة جدار الرحم لتغذية واسكان الجنين وتكوين المشيمة واستمرار الحمل.

الجهاز القنوي :- The duct System

يتكون الجهاز القنوي في انثى الثدييات من قنوات المبيض او قنوات فالوب Falopian tubes الرحم Uterus الذي يشمل على قرني الرحم وجسم الرحم وعنق الرحم cervix المهبل Vagina والاعضاء التناسلية الخارجية Externa Genitalia

قنوات البيض :- Oviducts

عبارة عن زوج من القنوات التي تصل المبيض بالرحم وتكون طويلة وملتفة ومشتقة من قنوات مولر Mullerian ducts وتكون نهاية قناة البيض القريبة من المبيض مهدبة وذات شكل قمعي وتكون الاهداب اما مغلفة للمبايض او قريبة منها :

وفي وقت الاباضة تتحرك النهاية المهدبة لقناة البيض حركة كبيرة وقوية وهذه الحركة تساعد على التقاط البويضة ومن ثم فق طريقها الى قناة البيض وعلى الرغم من ان الاهداب ربما لاتدلك المبيض فعلا لتساعد في عملية الاباضة Ovulation كما كان يعتقد سابقا فانها يمكن ان تلتقط البويضة التي تسقط في التجويف الجسمي او البويضة المباضة من المبيض الثاني.

ان تجويف قناة البيض مبطن بغشاء مخاطي mucous membrome ذي طيات كثيرة وعضلات قناة البيض تتألف من طبقة الخلايا الجدارية الداخلية وطبقة خارجة طويلة.

وتستغرق البيضة وقتا طويلا خلال انتقالها في قناة البيض في النصف القريب من المبيض* حيث يتم الاخصاب. ولايتم الاخصاب في الرحم كما كان يعتقد في بعض الاحيان.

الرحم :- Uterus

يتكون الرحم عموما من قرنين Two horns وجسم ويتصل كل رحم بالجدار الحوضي والمبطن بواسطة رابطة الرحم الواسعة . ويتألف جدار الرحم من ثلاث طبقات :-

١. طبقة الغشاء المصلي Serous membmrane التي تغطي كل الحشا Viscus .
٢. طبقة العضلات الرحمية Myometrium
٣. طبقة بطانة الرحم Endometrium

وعنق الرحم Cervix يمثل عضلة عاصرة واقعة بين الرحم والمهبل وعمل عنق الرحم هو سد التجويف الرحمي بوجه الطفيليات الدقيقة والكبيرة وقناة عنق الرحم مغلقة طوال الوقت ماعدا وقت الولادة ووقت الشبوع سامحا للنطف بالدخول وفي الحيوانات الحوامل يقوم مخاط عنق الرحم بغلق القناة عن طريق تكوين سدادة عنق الرحم ويتذوب هذه السداة قبل الولادة بوقت قصير جدا ربما تشترك بعض الهرمونات في ذلك وعند كسر سدادة العنق في الابقار الحوامل ويؤدي الى الاجهاض او الى الجفاف المتعفن للجنين Mummification .

المهبل والاعضاء التناسلية الخارجية Vagina and external genitalia يقسم المهبل الى قسمين هما الدهليز Vestibule ومؤخرة المهبل (تتحدد من الفتحة البولية الى عنق الرحم) والغطاء العضلي اقل تطورا في المهبل من باقي اجزاء الجهاز الفقري .

وفي الاناث ذات الدورات الدموية تخضع البطانة الظهارية للمهبل الى تغيرات منتظمة بواسطة الهرمونات المفرزة من المبيض ولايحوي المهبل اي غدد ويوجد النسيج المخاطي اعتياديا بتجويفه ويصبح غزيرا في الاناث عند الشيوع وينشأ بدرجة كبيرة من عنق الرحم ومنه يجري الى تجويف المهبل .

وفي الاناث العذارى توجد طية مستعرضة تسمى غشاء البكارة Hymin الذي يفصل بين الجزء الامامي للمهبل والدهليز . وتحتوي اعضاء التناسل الخارجية على البظر Clitoris والشفرين الصغيرين Labia minora والشفرين الكبيرين Labia majora وبعض الغدد التي تفتح في دهليز المهبل ويشابه البظر في المرحلة الجنينية العضو الذكري .

الدورات الجنسية :-

هناك ثلاث انواع من الدروات الجنسية في الثدييات صنفت على اساس التغيرات المبيضية او الرحمية التي تحدث وهي :

١. **دورات الشبق الاعتيادية :-** وهي اما ان تكون مستمرة غير موسمية كما في البقرة وانثى الخنزير والفرس او تكون موسمية كما في النعاج في موسم تناسلها.
٢. **ذاتية او انعكاسية التبويض :-** في القوارض والثدييات الصغيرة ومثالها الفئران والجرذان تمر بتبويض تلقائي ولكن الجسم الاصفر المتكون يبقى غير فعالا مالم يحدث تحفيز مهبلي لعضلة عنق الرحم عن طريق ولوج القضيب. اما انعكاسية التبويض ومثالها الارانب والقطط ففيها تفشل الحويصلة قبل النضج من ان تنضج ولايحصل لها تبويض مالم يجامع الذكر الانثى او يحفز عنق الرحم.
٣. النوع الثالث من الدورات الجنسية يلاحظ في الثدييات العليا (ومنها الانسان) فالدورة الشهرية تختلف عن سابقاتها في الطور الحويصلي الذي يستمر لمدة اسبوعين. وهي ذاتية التبويض وذاتية في تكوين الجسم للاصفر وكذلك تختلف في انعدام وجود فترة محددة للتقبل الجنسي بل تكون مستمرة التقبل. اما طور الجسم الاصفر فيكون مشابها للدورات الجنسية الاخرى. اضف الى ذلك وجود انسلاخ رحمي (طمث) مرافق نهاية الدورة الشهرية في الثدييات العليا. وبغض النظر عن كل هذه الفروقات فان الاساس العام والمكننات الفسيولوجية العامة لكل الدورات التناسلية الجنسية تكون متقاربة بشكل عام.

وتتضمن الحيوانات الزراعية ذات دورات شبق اعتيادية على فترة من التقبل الجنسي (الشيوع) ويحدد التبويض وتكوين الجسم الاصفر تلقائيا وتبين بعض الحيوانات الزراعية تكرارا ايقاعيا مستمرا لدورة الشبق خلال كل الحياة الجنسية لذا تسمى بمتعددات دورات الشبق المستمرة مثل الابقار وبعض اصناف الخيل وكذلك بعض اصناف اغنام الشرق الاوسط في حين اصناف اخرى من الخيل والاغنام بصورة عامة تبين تكراراً لحدوث الشبق في مواسم معينة لذا تسمى متعددة دورات الشبق الموسمية وبين مواسم الفعالية الجنسية فيها توجد فترات انقطاع الشيوع اما الحيوانات التي تمر بدورة شبق واحدة خلال السنة او الموسم فتسمى باحادية دورة الشبق كما في الكلاب.

اطوار دورة الشبق :-

تمر دورة الشبق بسلسة من احداث وتغيرات تشريحية وافرازية دورية تتكرر خلال مدة زمنية محددة لكل نوع ويمكن تمييز اربعة اطوار لهذه الدورة تكون متقاربة الشبه في كل الحيوانات الزراعية الثديية الا في بعض الاختلافات من ناحية طول كل دور ومدى تجلي كل طور ووضوحه . وعلى العموم يكون طول دورة الشبق من ١٦-٢١ يوم في الثدييات الاليفة .

وأطوار دور الشبق هي :-

١. **قبل الشيوع (قبل الشبق)- Proestrus**

وهو طور التحفيز ويتصف تحفيز نمو الحويصلات تحت تأثير هرمون (F.S.H) والحويصلات النامية بدورها تنتج هرمون الاستروجين. ويستمر هذا الطور من ٢-٣ يوم .

٢. **الشيوع (الشبق)- Estrus**

وهو طور الرغبة الجنسية الذي يتصف بوضوح الرغبة النفسية عند الانثى لتقبل الذكر وهذه تتضح من انها تنحني وتكون غير مستقرة وعصبية تبحث عن الذكور ويكثر صياحها وهياجها تسمح للثيران والابقار الاخرى باعتلائها او هي تعتليها . ويحتقن الجهاز التناسلي حيث ينتفخ الحيا وتزداد الافرازات الغدية للغدد الموجودة في عنق الرحم . ان كل المظاهر والتغيرات التي تحدث في طور الشيوع هي من فعل هرمون الاستروجين المنتج من الحويصلات المبيضية ويلاحظ في الفرس والابقار وجود الشيوع الصامت احياناً وهذا يشكل مشكلة لاصحاب الحقول.

٣. **بعد الشيوع (بعد الشبق)- Metestrus**

تمثل الفترة اللاحقة للشيوع مباشرة وتتميز بالتوقف المفاجئ لعلامات الشبق وعند هذا الطور يحدث التبويض في الابقار ثم يملأ نزف الحويصلة المتمزقة مكوناً الجسم الاصغر والذي تنمو خلاياه بسرعة .

وبعد التبويض مباشرة يبدأ أفراز هرمون البروجستيرون من الخلايا الصفراء المكونة الجسم الاصفر . كذلك يزال احتقان الاعضاء التناسلية في هذا الطور وهو يستمر من ٢- ٣ يوم.

٤ . نهاية الشيوع (نهاية الشبق)- Diestrus

وهي فترة فعل الجسم الاصفر حيث يصبح هذا الجسم كامل التطور ويفرز هرموناته كميات كبيرة (البروجستيرون) مؤثرة بفعلها على جدار الرحم فأذا حدث حمل فأن هذه الحالة تبقى مع بقاء الجسم الاصفر لكل فترة الحمل والا فأن الجسم الاصفر سوف يبقى فعالاً لغاية اليوم التاسع عشر من الدورة واضمحلاله يبدأ من اليوم السابع عشر من الدورة وعندما يبدأ الجسم الاصفر بالاضمحلال يبدأ طور قبل الشيوع جديد مؤشراً بذلك بداية دورة شبق جديدة.

الاخصاب- Fertilization

يحدث اخصاب البويضة عادة حالاً بعد دخولها قناة فالوب Fallopian tube ولكن هذه الخطوة لاتتم الا بعد زوال الخلايا الملتصقة بالجدار الخارجي للبويضة والركام البيضي Cumulus Oephorus في البويضة نفسها. تحاط البويضة ضمن الغشاء المحي (الغشاء الخلوي للبويضة) بغشاء سميك من مادة مخاطية متعددة السكريات، هي المنطقة الشفافة وكمية مختلفة من خلايا حبيبية تكون الاكليل الشعاعي خارج المنطقة الشفافة. وهناك دليل قوي على ان الحويصلات في غطاء رأس النطفة تحتوي على كل من انزيم هايليورونديز hyalur onidase والانزيمات المشابهة للكيموترسبين كلاهما يسببان تحلل الخلايا الحبيبية، والنطفة تضطجع بعدئذ بتماس على طول الطبقة الشفافة لتحلل طريقها خلال الطبقة الشفافة هذه، ثم تتداخل مع الغشاء المحي مسببة تفاعلاً مشابهاً لتفاعل المستضد Antigen والضد Antibody والذي ينتج في اذابة الغشاء في تلك المنطقة ويتكسر الغشاء النووي للنطفة بعدئذ ليكون النواة الاولية الذكرية Pronucleus التي تتحد مع النواة الاولية الانثوية ليكون البويضة المخصبة او الفرد الجديد.

ولوحظ ان النطف لاتكون قادرة على اختراق البويضة واخصابها ما لم تتعرض الى افرازات الجهاز التناسلي الانثوي في الرحم او النفيرين ولفترة ٢- ٤ ساعة وذلك للمرور بحالة التكيف Capacitation التي تشمل على حصول تغيرات شكلية، فسلجية وكيمياوية للنطفة الذكرية اليت يحدث فيها انطلاق مستمر لمجموعة من الانزيمات كما ذكر اعلاه.

الحمل : Pregnancy

التغيرات الهرمونية المنتظمة والتي تحدث في الجهاز التناسلي الانثوي مثل تغير وعائية الجهاز، نمو والتفاف الغدد الرحمية وترشيح الكريات البيضاء هي تغيرات وظيفتها اعداد هذا الجهاز لتقبل الحمل واذا ما اريد للحمل ان يستمر فان هذه الاحداث يجب ان تتم في موعدها المحدد وتستمر كذلك حتى اكتمال فترة الحمل. وبما ان الرحم يمثل حاضنة الجنين فأن تهياته يجب أن تبدأ قبل حدوث الحمل. فالرحم يشمل على محيط واقي، رطب، مظلم معقم وحاوي على محيط غذائي.

ويمكن تقسيم فترة الحمل الى ثلاث مراحل حسب التغيرات التي تحصل على البويضة منذ اخصابها وحتى وضع المولود وهذه هي :-

١. مرحلة البويضة Periood of Ovium. تبدأ عند الاخصاب وتستمر لغاية ١٣- ١٥ يوم في الابقار. وتسلخ الطبقة الشفافة من البويضة المخصبة لتصبح ككيس العصيفة ويكون الاتصال بين البويضة وبطانة الرحم ضعيفاً وتعتبر هذه مرحلة الكائن الحي حر الحركة.
٢. مرحلة الجنين المبكر Period of embryo. تبدأ من نهاية الاسبوع الثاني وبداية الاسبوع الثالث وتستمر لغاية اليوم ٤٥ من الحمل في الابقار. وتتكون في هذه المرحلة الاغشية الجنينية واجهزة الجسم المختلفة ويأخذ الجنين الشكل المستطيل بدلاً من الشكل الكروي ويبدأ القلب بالنبض في اليوم ٢١- ٢٢ من الحمل عند الابقار ويمكن تمييز نوع الجنس في نهاية هذه المرحلة.
٣. مرحلة الجنين المتقدم Period of fetus- تعتبر فترتها اطول من المرحلتين السابقتين اذ تستغرق في الابقار منذ اليوم ٤٦ تقريباً ولنهاية فترة الحمل. واهم ما يميز هذه المرحلة هو النمو السريع للجنين والتغيرات الحاصلة في الرحم والمشيمة. وفي نهاية

المرحلة تبدأ أعضاء واجهزة الجسم بالكمال والقدرة على العمل الذاتي الطبيعي.
وتحيط بالجنين مجموعة من الأغشية هي :-

١. كيس المح Yolk Sac– على الرغم من ان بويضة الثدييات تحتوي على كمية قليلة من المح. الا ان الجنين يحوي على كيس المح الذي يكون جزءا من الاحشاء الاولية. ويقوم كيس المح بتجهيز الجنين بالمواد الغذائية عن طريق الاوعية الدموية المنتشرة على الكيس نفسه. وعمله يكون لفترة قصيرة.
٢. السلي (الامنيون) Amnion– وهو عبارة عن طبقة داخلية تحيط بالجنين مكوناً أشبه بالكيس مملوء بالسائل الامنيوني Amnotic fluid الذي ينغمر فيه الجنين ويعمل على وقايته من الصدمات الخارجية وعدم التصاق الجنين بالاغشية ويقوم السائل هذا بمساعدة الجنين على الانزلاق خارجاً بعد أن ينفجر خلال عملية الولادة ولذلك يسمى بكيس الماء Water bag.
٣. المشيمة (الكوريون) choriom– عبارة عن الغشاء الخارجي الذي يلامس بطانة الرحم. ووظيفته تتمثل في البداية على امتصاص المواد الغذائية ثم تستخدم كممر في تحويل المواد الغذائية الى الجنين.
٤. الالنتويس Allantios– وهو غشاء جنيني ينشأ من التجويف البطني للجنين ويعمل في الثدييات كجهاز دوران للجنين. وعند تطوره فانه يملأ الفراغ الموجود بين السلي والكوريون والطبقة الداخلية له تتداخل مع السلي وبهذا فهي تحيط بالجنين مباشرة، اما الطبقة الخارجية له فانها تتداخل مع الكوريون مكونة غشاء يعرف كوريو– النتويس Chorio allantios membrane الذي يكون مقابل الغشاء المخاطي للرحم وبهذا يحصل التماس والتبادل الغازي والغذائي وطرح الفضلات بين الجنين والام وفي الطيور يلعب الالنتويس دوراً مهماً في عملية التبادل الغازي بين الجنين وهو داخل البيضة وبين المحيط الخارجي نظراً لقرب الغشاء المذكور من قشرة البيضة.

ويقوم الانتويس كذلك بوظيفة استلام الفضلات التي تطرحها كلية الجنين وامتصاص الالبومين albumin الذي يستعمل كغذاء للجنين وامتصاص الكالسيوم من قشرة البيضة لاستعماله من قبل الجنين خاصة في بناء هيكله العظمي.

٥. المشيمة (السخد) Placenta– تشمل مجموعة الاغشية الجنينية المتصلة ببطانة رحم الام وتتكون المشيمة نتيجة لعدم قدرة عملية الانتشار على تلبية احتياجات الجنين النامي من المواد الغذائية بعدما كانت هذه العملية الاسلوب الرئيسي في تغذية البويضة المخصبة. ويقصد بالمشيمة كذلك وسيلة الاتصال الجنيني بالام. وهي تنجز وظائف حيوية وتحل محل الرئتين، الكلية، الغدد الصماء، الجهازالهضمي. على الرغم من ان الاغشية الجنينية تعرف بالمشيمة التي تشمل الكوريون، الامنيون وأثر كيس الصفار بشكل عام الا انه في بعض اصناف الحيوانات يتمزق جزء من بطانة الرحم عند الولادة وهذه تسمى بالمشيمة الامية.

هرمونات الحمل :–

ان بقاء واستمرار الحمل لحين الولادة يعتمد بالدرجة الاولى على التوازن الهرموني الملائم لتلك الفترة. ومن الهرمونات المهمة في الحمل هو البروجستيرون الذي يعمل على ابقاء واستمرارية الحمل. والهرمون الثاني المهم هو الاستروجين حيث يشارك في ابقاء الحمل والمحافظة عليه ويتعاون مع هرمون البروجيسيترون وبشكل دقيق جداً ويفرز الاستروجين من المبيض والسخد (المشيمة) لها القدرة على تكوينه وافرازه. والهرمونات المغذية النخامية لها دور ايضاً في فترة الحمل. فوظيفتها الاساسية هي لابقاء الجسم الاصفر رغم انتفاء الحاجة اليه في بعض الثدييات يقوم السخد مقامه.

وفي فترة الحمل يفرز هرمون الريلاكسين Relaxin وخاصة في اواخر هذه الفترة حيث له دور في عملية الولادة وهو يفرز من الجسم الاصفر وكذلك قد يفرز من السخد في بعض انواع الثدييات. وايضا هرمون الاوكسين توسين Oxytocin له دور في فترة الحمل وخاصة في المراحل الاخيرة ومرحلة الولادة حيث يعول عليه في اخراج الجنين.

الولادة (الوضع)– Parturition

تعد الولادة ظاهرياً مسألة بسيطة فعند انتهاء فترة النمو الجنيني يلفظ الجنين من التجويف الرحمي ويمكن تعريفها بانها هي دورة سلسلة التضارب العنيف الحادث لنهاية الحمل والذي تختم بوضع المولد الجديد ولكن في الحقيقة ان الولادة بتلك البساطة فهي تشمل

على مجموعات معقدة من العمليات المتداخلة التي تشترك فيها هرمونات الام ، السخد ، والجنين وعوامل فيزيائية وميكانيكية اخرى بسبب المخاض بحالة واخرى.

والهرمونات المفرزة من الام والتي لها علاقة بالولادة هي البروجيسيترون والاستروجين والريلاكسين وهرمونات قشرة الكظرية Adrenal corticoids hormones والبروستاكلاندين والاوكسي تدسين ، اما هرمونات الجنين نفسه والتي لها علاقة بالولادة فهي الهرمونات المفرزة من قشرة الغدد الكظرية للجنين وخاصة ذات الطبيعة السكرية Gluco Corticoids hormones وعادة يلعب وزن وحجم الجنين دوراً ميكانيكياً في احداث الولادة. وذلك عن طريق تمدد الجدار الرحمي. ويشترك الجهاز العصبي في احداث الولادة عن طريق اسراعها ولكنه ليس من الضروري كلياً في اتمامها.

ويمكن تقسيم مراحل الولادة الى ثلاثة مراحل هي :-

١. المرحلة التحضيرية Preparatory stage- تمتاز هذه المرحلة بحدوث تقلصات رحمية شديدة واسترخاء عضلة عنق الرحم Cervix التي تليها توسع قناة عنق الرحم نتيجة للضغط الميكانيكي للجنين واغشيته المسلط عليها وتتمزق الاغشية وخروج كيس الماء الاول وفي بعض الاحيان كيس الماء الثاني. وتستمر هذه الحالة في الابقار يوم واحد.
٢. مرحلة لفظ الجنين- Expulsion of the fetus

تبدأ هذه المرحلة عندما يدخل الجنين بداخل عضلة عنق الرحم التي تكون كاملة الاسترخاء وتنتهي بلفظ الجنين خارج الجهاز التناسلي الانثوي (خارج جسم الام) تحدث خلال هذه المرحلة تقلصات رحمية عنيفة تزداد حدة وتكراراً وتشترك عضلات البطن في التقلص لكي تعطي قوة اضافية لاتمام عملية الوضع. وعادة يتم الوضع الطبيعي عندما تخرج القوائم الامامية من الحيا اولاً التي عندها يتمزق كيس الماء الثاني ويتبع ذلك خروج الرأس والصدر والحوض واخيراً القوائم الخلفية. وطول الفترة يعتمد على نوع الحيوان.

٣. مرحلة لفظ السخد (المشيمة) Expulsion of the placenta- بعد اتمام لفظ الجنين يستمر الرحم بالتقلص لحين اخراج المشيمة وهذه تستغرق وقتاً مختلفاً تبعاً لنوع الحيوان ففي الفرس تستغرق دقائق قليلة في حين في الابقار بحدود ٤- ٥ ساعة.

الفصل الثاني عشر

الغدد الصماء والهرمونات

Endocrine glands and Hormons

من المناسب دراسة الغدد الصماء بصورة منفصلة عن الجهاز العصبي ، على الرغم من ان عمل كل منها يرتبط بعمل الآخر، وانها يشتركان في تنظيم والسيطرة على الافعال الحيوية لخلايا الجسم المختلفة وان كلاهما يستخدمان مواد كيمياوية كوسيط لنقل افعالها بين الخلايا ويؤثران في اعضاء بعيدة عن موقع كل منها اومن مسافات مختلفة ، غير أن عمل الغدد الصماء يكون عادة بطيئاً واكثر عمومية من عمل الجهاز العصبي.

لقد بدأت حديثاً دراسة الغدد الصماء أذ أن اول تجربة في هذا المضمار قام بها بيرثولد عام ١٨٤٩ الذي استطاع أن يعزي ظهور صفات الجنس الذكرية والنشاط الجنسي للديكة الى مادة ما تفرز من الخصية الى الدم. ثم تلاه العالمان الكنديان بيلس وسترلنك ١٩٠٢ اللذان اكتشفا وجود مادة تفرز من بطانة الامعاء الدقيقة لها دور كبير في تنبيه افراز عصارة البنكرياس. وقد كان سترلنك ١٩٠٥ اول من اطلق مصطلح هرمون على تلك المواد التي تؤدي فعلاً فسلجياً متخصص في الجسم. ان الغدد الصماء عبارة عن تجمعات لخلايا خاصة معظمها من نسيج ظهاري ويشترك في تركيب بعضها نسيجاً كالغدة النخامية. وقد سميت بالصماء كونها لاتحتوي على اقنية خاصة لطرح افرازاتها بل تفرز مباشرة الى الدم وتنتقل بواسطته الى الخلايا الهدف Target Cells وعلى عكس الغدد خارجية الافراز Exocrine glands التي ينتقل افرازها عن طريق قنواتها الخاصة. ويعتبر الهرمون مادة كيمياوياً تصنع في خلايا او اعضاء متخصصة ثم تطلق الى الدم (عبر السائل البيني) لتنتج فعلاً حيوياً في اماكن اخرى غير اماكن افرازها (في اعضاء هدف) وتكون كميات

الهرمون قليلة جداً ومحدودة. فعلى سبيل المثال يكون تركيز الهرمون في الدم من ١٠–٦ الى ١٠–١٢ مول/ لتر مقارنة مع حوالي ١٠–١٠ مول/ لتر للصوديوم و ١٠–٣ لتر للاحماض الامينية. وقد يخزن الهرمون لفترة قصيرة بعد تصنيعه في الغدة كالهرمونات البروتينية ومنها الثايروكسين Thyroxin الذي يفرز من قبل خلايا الغدة الدرقية. والهرمونات اما ان تكون بروتينية كهرمون البرولكتين وهرمون النمو ذات اوزان جزيئية عالية، او تتألف من احماض امينية ذات اوزان جزيئية واطئة كالاوكسيتوسين، فينولات كهرمون الغدة الدرقية وهرمونات لب الغدة الكظرية او ستيرويدات كهرمون التستوستيرون Testosteron وهرمون الاستروجين Estrogen والبروجستيرون Progesteron ان الغدد الصماء والهرمونات المفرزة منها تشكل معاً نظاماً شاملاً ومهماً ذلك لانها تنظم فعاليات الاعضاء المختلفة وتسيطر على كافة المتغيرات في جسم الكائن الحي، كما وأنها تنظم وتطور وتسيطر على نمو الاجهزة والاعضاء المختلفة بشكل عام. ان نظام الغدد الصماء قد تتشابك هرموناتها مع بعضها بشكل سلاسل متتابعة مع وجود نظام السيطرة الذاتية على افراز الهرمونات بعضها بواسطة البعض Outo Control كسيطرة بعض هرمونات الغدة النخامية على افرازات هرمونات غدد اخرى كالدرقية وهرمونات قشرة الغدة الكظرية او بواسطة التنظيم الذاتي Outoregulation سواء على صعيد انتاج الهرمونات او ميكانيكية عمل الهرمون. وقد يتم تنظيم افرازات بعض الغدد (كالدرقية والكظرية والمبيض والخصيتين) بواسطة مواد محفزة تفرز من تحت المهاد Hypothalamus الذي هو جزء من الدماغ. او لاتقع تحت تأثير تحت المهاد كالغدة جنيب الدرقية (الدريقة) Parathyroid gland.

اسلوب عمل الهرمون:

يفرز الهرمون بكمية كبيرة قياساً بالكمية القليلة التي تؤدي فعلها الفسيولوجي وليس الكيميائي في الجسم، اذ أن الهرمونات تفقد من فعالياتها اثناء انتقالها بالدم وذلك لان قسماً كبيراً منها يتحد مع بروتينات بلازما الدم مكوناً مركباً معقد لاتأثير له على خلايا الجسم. وبالرغم من ذلك فأن اتحاد الهرمونات مع بروتينات البلازما يساعد على بقاء الهرمون لفترة اطول في الجسم، قبل ترشيحه من قبل الكلية، كما وانه يساعد على نقل الهرمونات التي لاتذوب بالماء الموجود في البلازما. واخيراً فأن ذلك يعمل كأسلوب خزن

جدول ١٢ – ١ موجز في اسماء الهرمونات المهمة ، مصادر تكوينها وتركيبها الكيمياوي
Lamb et al (1980)

الغدة	اسم الهرمون	التركيب الكيمياوي
الغدة النخامية		
الفص الامامي	النمو (GH)	بروتيني وزنه الجزيئي 21500
	محفز قشرة الغدة الكظرية (ACTH)	متعدد الببتيدات وزنه الجزيئي 4500
	محفز الغدة الدرقية (TSH)	بروتينات سكرية وزنه الجزيئي 33000
	الهرمون اللوتيني (LH)	بروتينات سكرية وزنه الجزيئي 33000
	محفز الجريبات (FSH)	بروتينات سكرية
	البرولكتين	بروتين وزنه الجزيئي 200000
الفص الوسطي	محفز الخلايا حاملة الصبغة (MSH)	احماض امينية 17 – 13
الفص الخلفي	مضاد التبول (ADH)	متعدد الببتيدات ٩ حامض اميني
	الاوكسيتوسين	متعدد الببتيدات ٩ حامض اميني
الغدة الدرقية	الثايروكسين (T4)	احماض امينية متعددة
	ثالث يوديد الثايرونين (T3)	احماض امينية متعددة
	كالسيتونين	متعدد الببتيدات وزنه الجزيئي 3600
جنيب الدرقية	باراثورمون	متعدد الببتيدات وزنه الجزيئي 8500
الغدة الكظرية :		
القشرة	الدوستيرون	ستيرويد

الغدة	اسم الهرمون	التركيب الكيمياوي
	كورتيزول	ستيرويد
	كورتيكوستيرون	ستيرويد
	واستروجينات	ستيرويدات
	وبروجستينات	
اللب	الادرنالين	كتيكول امين
	الادرنالين الضدي	كتيكول امين
الكلية	الرنين	بروتيني وزن الجزيئي 6500
	الارثروجنين	بروتينات سكرية
الخصية	تستوستيرون	ستيرويد
المبيض	استروجينات	ستيرويدات
	وبروجستينات	
البنكرياس	الانسولين	متعدد ببتيدات 5800
	الكلوكاكون	متعدد ببتيدات 3500
	سوماتوستاتين 14	احماض امينية
	البيتيد المتعدد	٣٦ حامض اميني وزنه الجزيئي 4200
المعدة	الكاسترين	متعددالببتيداتوزنه الجزيئي7000 – 2000
الاثني عشر	السكرتين	متعدد الببتيدات وزنه الجزيئي 2700
الامعاء الدقيقة	الكلولستوكنين	متعدد الببتيدات وزنه الجزيئي 2700
	بنكريوزايمين	
الغدة الصنوبرية	الميلاتونين	

للهرمونات المتحدة مع بروتينات البلازما. ان تغيير البيئة الداخلية للخلية الحيوانية بواسطة الهرمون تتم بطريقتين : –

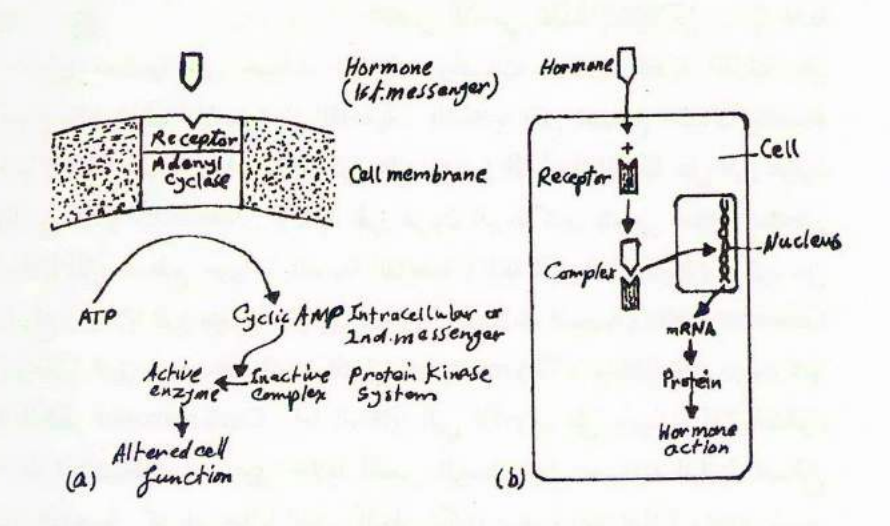
أ– تحفيز مستقبلات متخصصة ثابتة في جدار الخلية :

حيث توجد مستقبلات ثابتة متخصصة لكل هرمون في جدار الخلية وان تحفيز هذه المستقبلات بالهرمون المناسب يؤدي الى نشاط ذلك المستقبل ومن ثم تحفيز انزيم معين داخل الخلية يدعى الادنيل سايكليز Cyclic AMP الذي يقوم بتنشيط انزيمات متخصصة Kinase اخرى في الخلية تعمل على فسفرة البروتين phosphorelation ومن

ثم تغيير الحالة الفسلجية للخلية . ويعتقد ان بعض الهرمونات ذات الجزيئات الكبيرة التي لاتذوب بالدهن كالببتيدات Peptides والكتيكولأمينات Catecholamines تعمل بهذه الشاكلة .

ب- تحفيز مستقبلات متخصصة داخل الخلية : -

ان الهرمونات ذات الجزيئات الصغيرة كالستيرويدات وهرمون الثايروكسين التي لاتذوب بالدهن بصورة جيدة ، تستطيع الدخول عبر جدار الخلية بالانتشار وتتحد مع مستقبلات بروتينية متخصصة في بلازما الخلية مكونة مركب يستطيع الدخول الى النواة محفزاً اياها لاحداث تغييرات فسلجية مختلفة داخل الخلية . فأما ان تكوّن تغييراً في نشاط الانزيمات الموجودة في البلازما اوعن طريق تغيير معدل نفاذ المواد عبر جدار الخلية الحيوانية ومن ثم تغيير البيئة الداخلية للخلية **(شكل ١٢ - ١)**.



شكل (١٢ - ١) يوضح عمل الهرمون lamb *et al* 1980

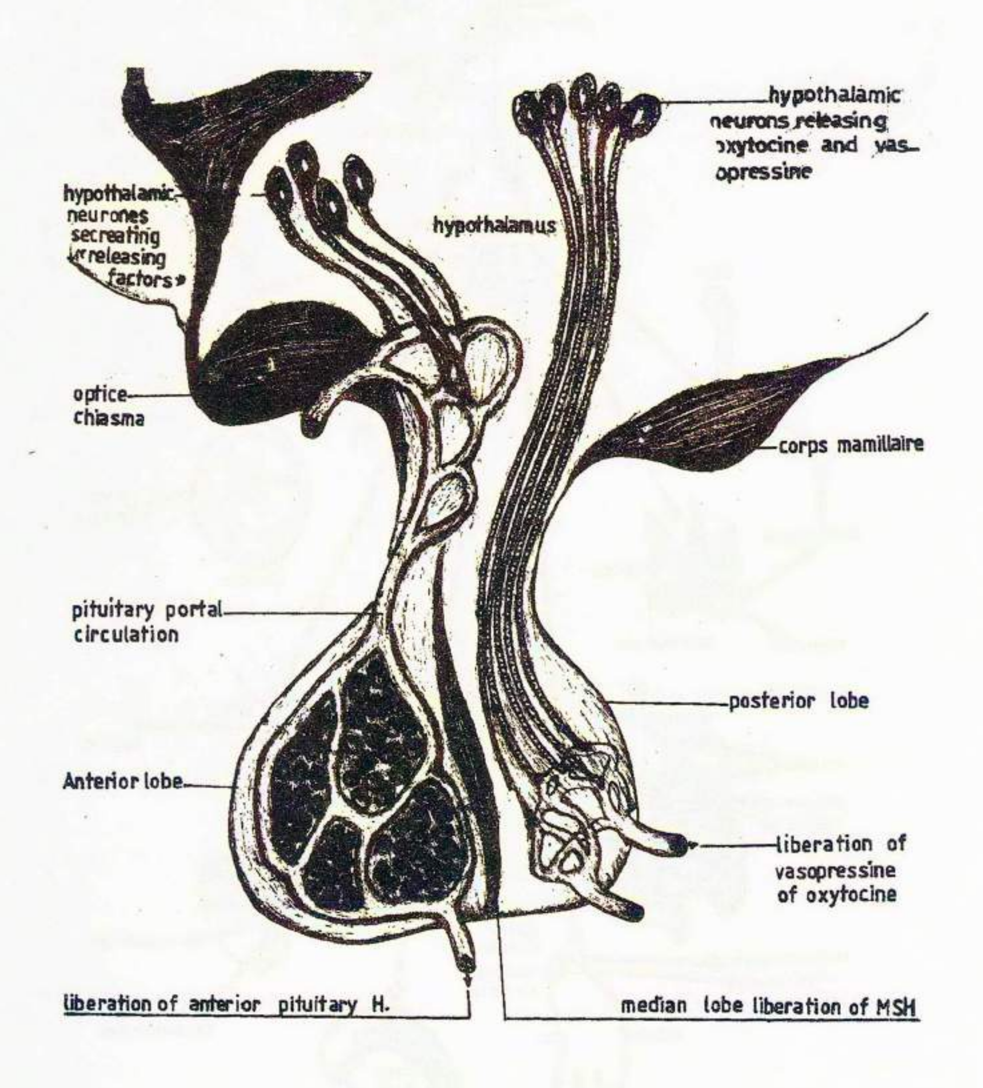
أ. تحفيز مستقبلات متخصصة ثابتة في جدار الخلية

ب. تحفيز مستقبلات متخصصة داخل الخلية

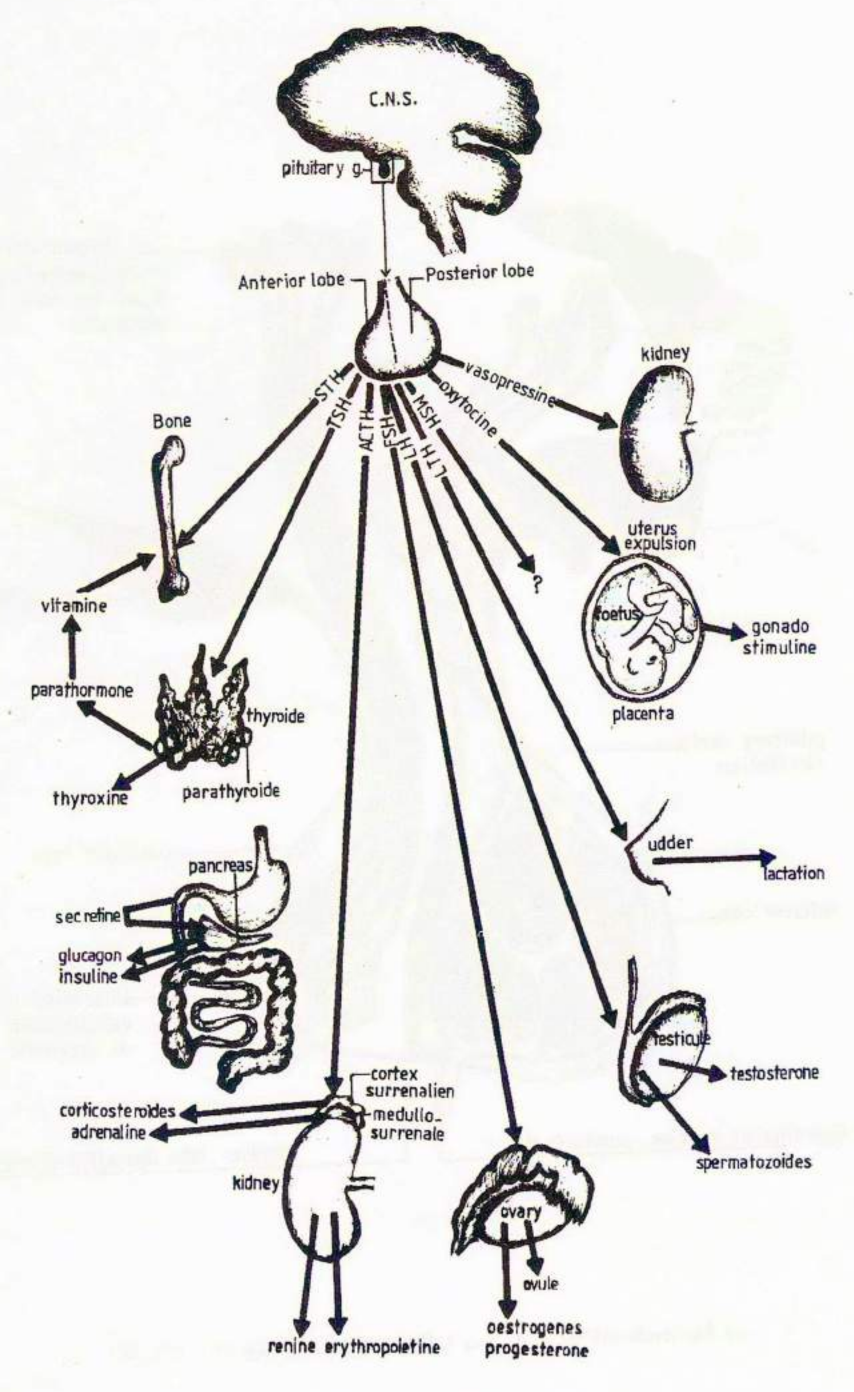
الغدة النخامية : – Pituitary gland

هي غدة صغيرة (حوالي ٠,٥ غم في الانسان) من الغدد الصم وتقع فوق سقف الفم ومباشرة تحت جزء من اجزاء الدماغ الاوسط يدعى تحت المهاد، ان الموقع التشريحي للغدة النخامية يبين اهميتها وقيمتها الوظيفية اذ انها موجودة في تقعر عظمي صغير يضمن حمايتها يدعى السرج التركي Sella turcica خلف التصالب البصري وتقريباً في منتصف الجمجمة، يبلغ طول الغدة النخامية في الانسان حوالي ١ – ٢ سم، وهي ترتبط مع تحت المهاد بواسطة سويق قصير يتكون من نسيج عصبي تمتد على طوله شبكة من الاوردة والشرايين التي تتفرع من الشرايين النخامية (شكل ١٢ – ٢). وتعتبر الغدة النخامية غدة مركبة حيث ينشأ جزء من نسيجها وهو الفص الخلفي من اصل عصبي، ذلك لانه امتداد للنسيج العصبي لتحت المهاد اما الجزء الآخر من نسيجها، والمكون من الفص الامامي والفص الوسطي، فيتكون من امتداد النسيج الغشائي المخاطي للبلعوم الجنيني الذي يدعى كيس روثكي Rathke'S Pouch. اما التشريح المجهري لنسيج الغدة النخامية فيظهر بأن الفص الامامي للغدة يتكون من خلايا غدية كبيرة تحتوي معظمها على حبيبات افرازية، ولحبيبات الخلايا الغدية القابلية على الاصطباغ بالصبغات الحامضية او القاعدية. فالخلايا التي تصطبغ حبيباتها بالصبغة الحامضية (اليفة الصبغة الحامضية) تكون على نوعين: الاولى لها القابلية على افراز هرمون النمو وتدعى Somatotrophs. والثانية تفرز هرمون البرولاكتين وتدعى lactotrophs. اما الخلايا التي تصطبغ حبيباتها بالصبغة القاعدية (اليفة الصبغة القاعدية) فتكون على اربعة انواع: خلايا تفرز هرمون محفز الجريب (الحويصلات المبيضية) Gonadotrophs FSH وخلايا تفرز هرمون محفز للغدة الدرقية Thyrotrophs، وخلايا تفرز هرمون محفز لقشرة الكظر Corticotrophs. اما الخلايا التي لاتحتوي على حبيبات افرازيةفتكون خلايا نافرة للصبغات، وتحتوي خلايا الفص الوسطي على حبيبات افرازية تصطبغ بالصبغة القاعدية. كما وان خلايا الفص الخلفي تكون صغيرة وغير افرازية ويحتوي نسيج هذا الفص على الياف عصبية تنشأ من تحت المهاد.

وتعتبر الغدة النخامية من أهم الغدد ذلك لانها تشترك في تنظيم كافة الانشطة الحيوية الاساسية في الجسم كالتكاثر والنمو والتمثيل الغذائي كما وان بعض افرازاتها تسيطر على افرازات غدد صماء اخرى (شكل ١٢ – ٣).



شكل (١٢- ٢) يوضح اتصال الغدة النخامية بتحت المهاد La Recherche (1976)



شكل ١٢ – ٣ تخطيطي يوضح النظام الهرموني في الجسم واهمية الغدة النخامية La Recherche (1976) .

هرمونات الغدة النخامية :

اولاً هرمونات الفص الامامي :

يفرز الفص الامامي للغدة النخامية ستة هرمونات (شكل ١٢– ٤) يختص فعل بعض منها بصورة عامة في تكاثر الكائن الحي او على افعاله الحيوية ونموه وتطوره للبعض الآخر.

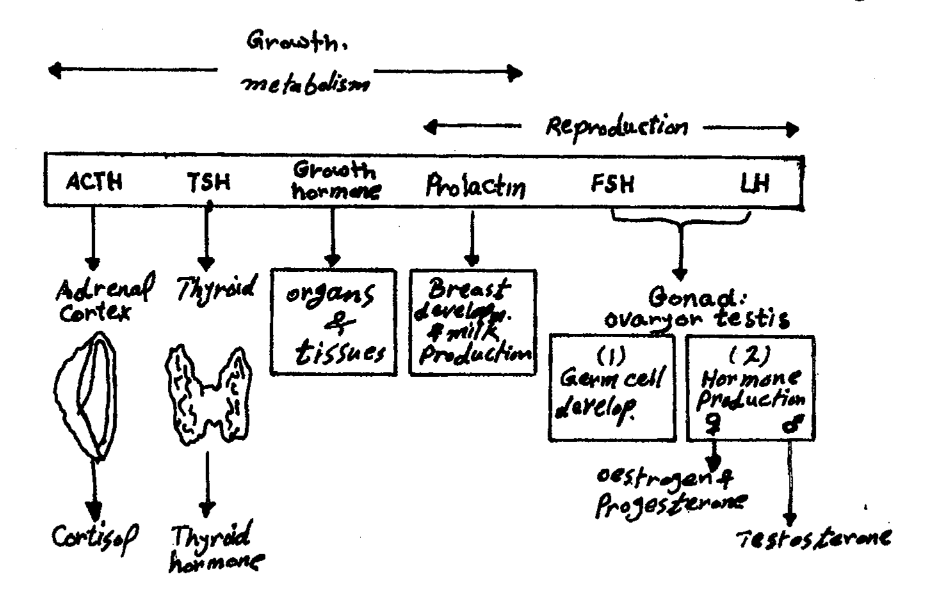
١ . هرمون النمو: Growth Hormone

يدعى ايضاً Somatotrophin وله علاقة مباشرة بنمو الجسم حيث ان نقصانه يؤدي الى توقف النمو اما زيادة افرازه فتؤدي الى زيادة مفرطة في نمو الجسم . ان هرمون النمو بروتيني متعدد الببتيدات يتألف من سلسلة معقدة من الاحماض الامينية يختلف عددها تبعاً لنوع الكائن الحي فنجد في الانسان يتألف من حوالي ١٨٨ حامض اميني لذا فأن وزنه الجزيئي يتراوح من ٢٠,٠٠٠– ٤٥,٠٠٠ وهو يفرز بكميات اكثر من الهرمونات الاخرى ذلك لانه يعمل على خلايا الجسم ولايتحدد افرازه في السيطرة على هرمونات غدد اخرى .

وظائف هرمون النمو الفسلجية :

لهرمون النمو اثر كبير في نمو الجسم وخصوصاً الانسجة العضلية والعظمية ويتم ذلك بتحفيز خلايا الانسجة المختلفة على تكوين عامل يدعى السوماتوميدين Somatomedin الذي يساعد على تصنيع حامض الرايبوز النووي الثنائي وحامض الرايبوز النووي DNA وتكوين الكولاجين في الغضروف وله تأثير مباشر في السيطرة على زيادة تصنيع البروتينات من خلال زيادة نفاذية جدار الخلية للاحماض الامينية وتمثيل الكربوهيدرات . كما وانه يؤثر في رفع نسبة سكر الكلوكوز في الدم Hyperglycemia من خلال تمثيل الدهون الذي له تأثير عكسي على مستوى هرمون النمو حيث ان ارتفاع نسبة السكر في الدم يؤدي الى تثبيط افراز هرمون النمو وهذا يؤدي بالحقيقة الى انخفاض نسبة السكر في الدم . وهو يساعد ايضاً على نمو الضرع وخصوصاً في فترة الحمل مما يؤدي الى زيادة في انتاج الحليب . كما وان هرمون النمو يقلل من حساسية الحيوان لهرمون الانسولين ذلك لان لهرمون النمو تأثير مضاد للانسولين Antiinsulin effect . وقد وجد أن لهرمون النمو تأثير على عمل الكلية وتنظيم معدل ترشيح الكبيبات الكلوية وتنظيم ايض الماء.

ان زيادة افراز هرمون النمو تؤدي الى تكوين الانسجة اللينة وزيادة طول العظام ويحصل ذلك في فترة نموها او زيادة ثخنها ، اما نقصان افراز هذا الهرمون فيؤدي الى بطء نمو الجسم بصورة عامة وانخفاض افعاله الحيوية. ويتم تنظيم افراز هرمون النمو من قبل عوامل الانطلاق والتثبيط المفرزة من تحت المهاد والخاصة بهذا الهرمون.



شكل ١٢ - ٤ يوضح هرمونات الغدة النخامية الست الرئيسية التي تؤثر على الخلايا الهدف مباشرة (المربعات) اوبواسطة تحفيز غدد اخرى ، لانتاج هرمونات ، بصورة غير مباشرة. ان هرمونات التكاثر تعمل بكلا الطريقتين lamb et al (1980).

٢. الهرمون المحفز لنمو الجريب Follicle stimulating Hormone (FSH)

هو هرمون كلايكوبروتيني glycoprotein يختلف وزنه الجزيئي من حيوان لآخر. فيكون في الاغنام حوالي ٦٧,٠٠٠ بينما في الخنازير حوالي ٢٩,٠٠٠ ويتكون من عدد كبير من الاحماض الامينية (حوالي ٢٠٤). ويعمل على المبيض ويؤثر في تحفيز نمو الجريبات المبيضية وبالاخص ينشط نمو الطبقة الحبيبية في المراحل الاولى للتكوين وحتى نضوج جريب كراف. ويساعد ايضاً على زيادة تصنيع البروتينات في خلايا القراب Theca ويشترك مع الهرمون اللوتيني في تنشيط افراز الستيرويدات (الاستروجين) من الجريبات ([illegible] الداخلي). اما في الذكور فيدعى بالهرمون المحفز لتكوين النطف

(الانطاف) Spermatogenesis stimulating ويقوم بتنشيط الانطاف داخل النبيبات المنوية للخصية ولايقتصر افراز هذا الهرمون على الغدة النخامية فقط بل يفرز ايضاً هرمون مشابه له من مشيمة المرأة الحامل وهو مشابه ايضاً للهرمون اللوتيني ويدعى Human Chorionic Gonadotropin (HCG) . ويظهر في ادرار المرأة الحامل بعد فترة قصيرة من الاخصاب ويصل حده الاقصى في اليوم ٥٠ من الحمل ثم يبدأ بالانخفاض. ويفرز هرمون مشابه آخر من مشيمة الفرس الحامل الى مصل الدم ويدعى Pregnant Mare serum Gonadetropin(P.M. S. G) بين اليوم ٥٠ – ٩٠ من الحمل. ان افراز هرمون FSH يقع تحت تأثير هرمون انطلاق هرمون محفز الجريبات في الاناث (FSH- RH) وهرمون انطلاق هرمون محفز النطف (SSH- RH) في الذكر اللذان يفرزان من تحت المهاد. ويقل افراز هرمون FSH عند زيادة افراز هرمون Estrogen حيث توجد مكننة تغذية عكسية بينها Feed back mechanism . أن زيادة افراز هرمون الاستروجين تسبب اثباط افراز هرمون FSH ومن ثم ترسل اشعاراً عصبياً الى تحت المهاد الذي يفرز بدوره هرمون انطلاق الهرمون اللوتيني الذي يحفز الغدة النخامية لافراز الهرمون اللوتيني واعطاءه فرصة لاتمام عملية التبويض. اضافة الى ان الظروف البيئية الجيدة والغذاء الكافي يحفزان افراز هذا الهرمون.

٣. الهرمون اللوتيني lutinizing Hormone (LH)

يدعى ايضاً الهرمون المحفز لنمو الخلايا الخلالية interstital Cell stimulating Hormone (ICSH) في الذكور وهو هرمون كلايكوبروتيني يبلغ وزنه الجزيئي في الاغنام حوالي ٤٠٠٠٠ وهو المسؤول عن تمزيق جريب كراف الناضج في المبيض وحصول الاباضة Ovulation وتكوّن الجسم الاصفر Corpusluteum الذي يعتبر غدة صماء تفرز هرمونين البروجستيرون والاستروجين تحت تأثير الهرمون اللوتيني. ان ذلك يصاحبه تغير في حجم الاجهزة التناسلية وفي سلوك الحيوان وخصوصاً في فترة الشبق كما وأن هذا الهرمون يحفز تصنيع الستيرويدات ويزيد جريان الدم الى المبيض ويزيد وزنه. كما وانه يشترك مع هرمون FSH في اكتمال نضوج الجريبات المبيضية Ovarian follicles اما في الذكور فان هذا الهرمون يقوم بتحفيز الخلايا الخلالية على افراز الهرمون الذكري او الذي يسمى التستوستيرون Testosteron المفرز في الخصية.

٤ . هرمون البرولكتين Prolactine Hormone

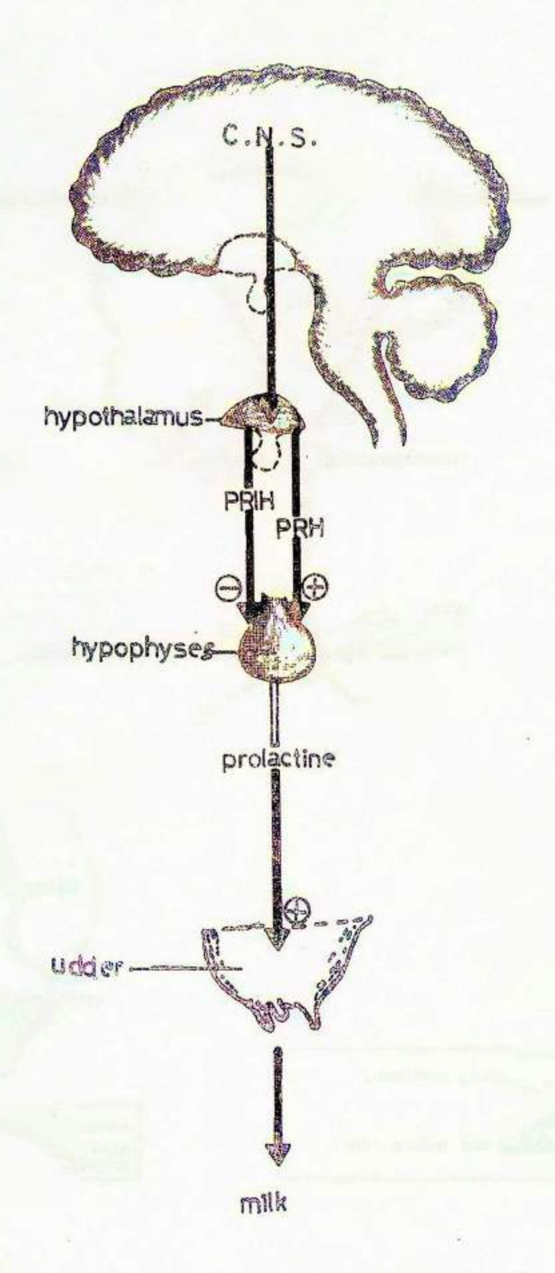
هرمون بروتيني وزنه الجزيئي حوالي ٢٥٠٠٠ يتألف من ٢١١ حامض اميني في الابقار و ١٩٨ في البشر والاغنام. ويدعى ايضاً هرمون محفز تكوين الحليب Lactogenic Hormone كونه ينشط نمو وبناء الانسجة الغدية الخاصة بأدرار الحليب في الضرع. ويشترك مع هرمون النمو في بناء نسيج الضرع ومع الاستروجين في بناء الجهاز القنوي للضرع ومع البروجستيرون في نمو وتطور حويصلات وفصوص الضرع ومع الهرمون اللوتيني في تحفيز وبقاء الجسم الاصفر، كذلك يشترك مع الهرمون المحفز لقشرة الغدة في بدء واستمرار الحليب. وهو المسؤول عن تنشيط نمو غدة الحوصلة Crop gland في الطيور لافراز حليب الحوصلة Crop milk الخاص بتغذية صغار الطيور ويزداد افراز هرمون البرولكتين بعد الولادة وخصوصاً اثناء الرضاعة حيث المنعكس العصبي على تحت المهاد. وله تأثير سلبي على الهرمونات التناسلية اذ يثبط عمل الاباضة. ويسيطر تحت المهاد على افراز هرمون البرولكتين من خلال هرمونات انطلاق هرمون البرولكتين Prolactin Releasing Hormone (PRH) الذي يحفز افرازه وهرمون مثبط هرمون البرولكتين Prolactin Inhibiting Hormone (PIH) الذي يكبح افرازه (شكل ١٢ – ٥).

٥ . الهرمون مغذي قشرة الغدة الكظرية adreno cortico tropic Hormons

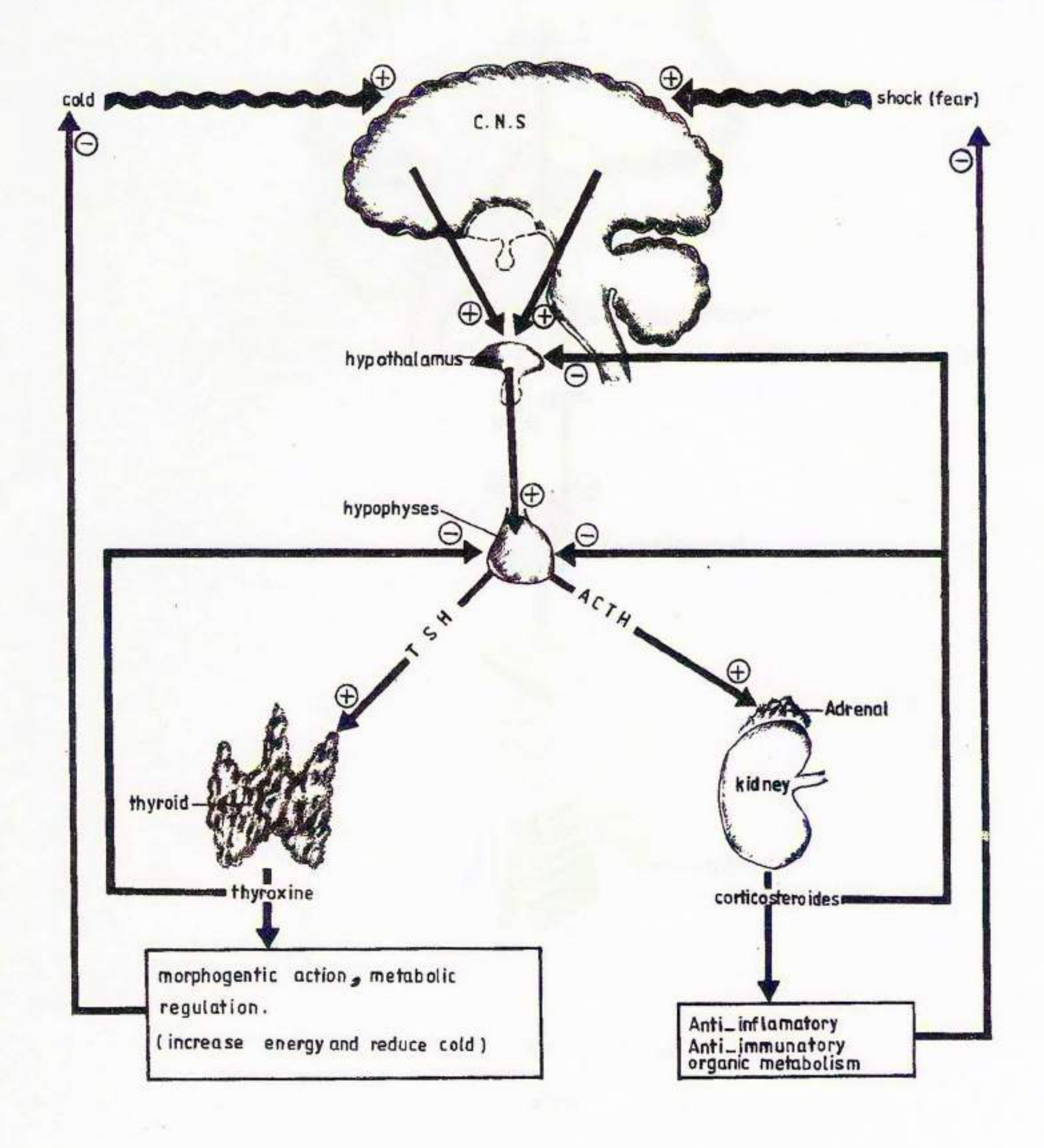
ACTH هرمون متعدد الببتيدات يتالف من ٣٩ حامض اميني يبلغ وزنه الجزيئي حوالي ٤٥٠٠ وهو يحفز نمو قشرة الغدة الكظرية وافراز وتحرير هرمونات قشرة الكظرية السكرية Glucocorticoids كالكورتيزون والكورتيكوستيرون اللذان يشتركان في تنظيم التمثيل الغذائي في جسم الكائن الحي. وينظم افراز هذا الهرمون بواسطة هرمون انطلاق مغذي قشرة الغدة الكظرية المفرز من تحت المهاد عن طريق السيطرة العكسية السالبة او عملية التوازن الذاتي (شكل ١٢ – ٦).

٦ . هرمون مغذي الغدة الدرقية Thyroid stimulating Hormone (TSH)

ويدعى ايضاً الثايروتروبين Thyrotropic Hormone ، يتألف من كلايكوبروتينات وهو يحافظ على البيئة التكوينية للغدة الدرقية وعلى نموها وفعالياتها خصوصاً فعالية خلاياها



شكل ١٢ – ٥ رسم تخطيطي يوضح سيطرة تحت المهاد على افراز هرمون البرولكتين (1976) la Recherche .



شكل ١٢ – ٦ يوضح ميكانيكية سيطرة تحت المهاد على هرموني مغذي الغدة الدرقية وهرمون مغذي قشرة الغدة الكظرية ويشمل بعملية التغذية العكسية السالبة la Recherche (1976)

الرئيسية Chief Cells في زيادة امتصاص عنصر اليود الداخل في تكوين هرمون الثايروكسين. كما وان لهرمون TSH دور في تحلل الثايروكلوبين وتحرير الثايروكسين وافرازه الى الدم. ويسيطر تحت المهاد على تنظيم افراز هذا الهرمون عن طريق التوازن الذاتي او السيطرة العكسية السالبة (شكل ١٢ – ٦)

ثانياً هرمونات الفص الوسطي : –

يفرز الفص الوسطي للغدة النخامية هرمون واحد يدعى انترميدين intermedin ويسمى ايضا الهرمون المنبه للخلايا حاملة الصبغات Melanocyte Stimulating Hormone (MSH) او Melanophores وليست له اهمية تذكر في اللبائن عادة الا انه يسيطر على توزيع حبيبات الميلانين في الخلايا الصبغية لجلد الاسماك والبرمائيات والزواحف وتستفاد منه هذه الحيوانات في تقليد لون البيئة الموجودة فيها وفي التنظيم الحراري للجسم.

ويسمى ايضاً الهرمون المنبه للخلايا حاملة الصبغات Melanocyte Stimulating Hormone (MSH) او Melanophores وليست له اهمية تذكر في اللبائن عادة الا انه يسيطر على توزيع حبيبات الميلانين في الخلايا الصبغية لجلد الاسماك والبرمائيات والزواحف وتستفاد منه هذه الحيوانات في تقليد لون البيئة الموجودة فيها وفي التنظيم الحراري للجسم.

ثالثاً هرمونات الفص الخلفي :

يفرز الفص الخلفي للغدة النخامية هرمونان هما هرمون الاوكسيتوسين Oxytocin Hormone وهرمون مضاد التبول Hormone (ADH) Autidiuretic ويدعى ايضاً الفازوبرزين Vasopressin وكلاهما يتكونان في اجسام الخلايا العصبية للنوى جنيب البطين وفوق البصرية لمنطقة تحت المهاد ثم ينتقلان عبر المحاور العصبية النازلة من تحت المهاد الى النهايات العصبية الموجودة في الفصل الخلفي للغدة مرتبطان مع جزئياتهم الناقلة الى الدم الوارد للفص.

ان الالياف العصبية النازلة من النوى جنيب البطين تسيطر على افراز هرمون الاوكسيتوسين. بينما تسيطر الالياف العصبية النازلة من النوى فوق البصرية على افراز هرمون مضاد التبول لذا فأن افراز هذان الهرمونات يقع تحت التأثير العصبي لتحت المهاد وكلاهما متشابهان في عدد الاحماض الامينية التسع التي يتالف كل واحد منها لكنهما يختلفان في تركيب اثنين منها فقط لذا فن الصعوبة عزلها عن البعض .

هرمون مضاد التبول Antidiuretic Hormone :

ان الفعل الرئيسي لهذا الهرمون هو تنظيم التوازن المائي في الجسم من خلال زيادة نضوحية النبيبات القاصية (البعيدة) Distal tubules والقنوات الجامعة Collecting ducts للكلية الامر الذي يؤدي الى اعادة امتصاص الماء وانخفاض حجم الادرار وزيادة تركيزه ومن ثم الحفاظ على كمية الماء في الجسم وكذلك المحافظة على ضغط الدم في الاوعية الدموية من خلال تنبيه العضلات اللاارادية للشرينات الدموية وخصوصاً عند اعطاء الهرمون بجرع عالية .

هرمون الاوكسيتوسين Oxytocin Hormone

يؤثر هذا الهرمون في انشطة عدة ، فيسبب تقلص العضلات الملساء لجدار الرحم اثناء الوضع مما يساعد على خروج الجنين؛ كذلك تقلص الخلايا العضلية الظهارية Myoepithelial Cells الموجودة في غدد الثدي مسبباً نزول الحليب اثناء الرضاعة . ان افراز هذا الهرمون يزداد اثناء الرضاعة حيث تتنبه مستقبلات خاصة موجودة على جدار الحلمة وتنتقل منها البواعث العصبية عبر الالياف العصبية فالحبل الشوكي ثم تحت المهاد حيث يرسل ايعازاته العصبية الى الفص الخلفي للغدة النخامية لافراز هرمون الاوكسيتوسين من نهايات المحاور.

الغدة الصنوبرية Pineal Gland

وتدعى احيانا الجسم الصنوبري ، تنشأ من سقف البطين الثالث للدماغ تحت النهاية الخلفية للجسم الثفني وتحتوي على نسيج موثق عصبي Neuroglia وخلايا اللحمة (برنكايما Paranchyma لها القابلية الافرازية وتكون الغدة كبيرة في الانسان والحيوانات

الفتية لكنها تبدأ بالضمور قبل البلوغ الجنسي وتبقى بعدئذ في الانسان على شكل دقائق صغيرة من فوسفات وكاربونات الكالسيوم تدعى الرمل الصنوبري وتحتوي الغدة الصنوبرية على السيروتونين Serotonin الذي يتحول بفعل انزيم استيل ترانسفيريز الى هرمون الميلاتونين Melatonin الذي يقل تكوينه في الضوء ويزداد في الظلام وينظم ذلك عن طريق مستقبلات الضوء الموجودة في العين والالياف العصبية الودية المتصلة بها . يوجد الميلاتونين في السائل المخي الشوكي وفي البلازما وهو يثبط افراز هرمونات مغذيات القند للغدة النخامية Antigonado tropic effect كما ويعتقد انه يؤدي الى تقلص الخلايا الصبغية في الجلد واكتسابه اللون الفاتح .

الغدة الدرقية Thyroid gland

تتألف الغدة الدرقية من فصين يقعان على جانبي الرغامي (القصبة الهوائية) اسفل الحنجرة ويتصلان ببعضهما بواسطة نسيج رابط يدعى البرزخ Isthmus يختفي في بعض الحيوانات كالكلب والقطط والاغنام والخيل والماعز. وتغلف الغدة بنسيج ضام. فيقسم كل فص الى حويصلات صغيرة تدعى الجريبات Folliclles مبطنة بطبقة واحدة من خلايا طلائية افرازية تمتليء بمادة بروتينية تدعى الغروان (الغروي) Colloid الذي يتكون من هرمون الغدة متحد مع بروتين وهو نتاج الخلايا الافرازية . وتقل كمية الغروان المخزون اثناء نشاط الغدة . وتحتوي الغدة على حوالي ٢٥-٣٠٪ من اليود الموجود في الجسم ويحتاج الانسان منها حوالي ١٥٠-٢٠٠ ميكروغرام يود في اليوم لادامة ايض ونمو وتطور كافة خلايا الجسم .

تكوين هرمونات الغدة الدرقية :

ينتقل اليوديد الممتص عبر جدار القناة الهضمية الى الغدة الدرقية بواسطة بلازما الدم على شكل يوديد لاعضوي(I^-) اضافة الى احماض امينية ترد الى الغدة اهمها التايروسين Tyrosine . ويتم اكسدة اليود في خلايا الغدة بفعل انزيم البيروكسيديز Perxidase الى يود (I) الذي يرتبط مع الحامض الاميني التايروسين مكونا التايروسين احادي اليود Monoiodo tyrosine وهذا يحدث في تجويف الجريب ثم تتحد معه ذرة اخرى من اليود فيتكون التايروسين ثنائي اليود Diiodo tyrosin وكنتيجة لارتباط جزيئتان من المركب

الاخير يتكون هرمون الثايروكسين Thyroxine (T_4). اما هرمون الغدة الدرقية الثاني وهو الثايرونين ثلاثي اليود Triiodo thyronine (T_3) وهو اكثر فعالية من الثايروكسين فيتكون نتيجة لارتباط جزيئة من الثايروكسين احادي اليود مع جزيئة اليود ثنائي اليود. او نتيجة لفقدان الثايروكسين جزيئة يود واحدة تحت تأثير انزيم Dehalogenasc وكما هو موضح بالشكل ١٢–٧.

–peroxidase

I – – – – – – I + Tyrosine – – – – Monoiodotyrosine + I

Diiodtyrosine + Diiodotyrosine = Thyroxine (T_4)

Dehalogenase

(1) Thyroxine –I – – – – – – – – – Triiodo thyronine (T_3)

enzyme

(2) Monoiodotyrocine + Diiodo tyrocine – – – – – – Triiodo thyronine(T_3)

شكل ١٢–٧ تكوين هرمون الثايروكسين وهرمون الثايرونين ثلاثي اليود في الغدة الدرقية.

وتنتقل هرمونات الغدة الدرقية بالدم عن طريق ارتباطها مع بروتينات البلازما. ويختلف نوع البروتين المرتبط مع الهرمون من حيوان لاخر. فأما ان يكون الفا كلوبيولين كما في دم الاغنام والماعز والابقار او يكون بروتين الالبومين وبروتين الفا كلوبيولين كما في الكلاب. وتتغير قوة الارتباط بين الهرمون وبروتينات البلازما فنجدها متساوية في الطيور الداجنة لكنها مختلفة في حيوانات اخرى كالجرذان. ويتم تقويض هرمونات الغدة الدرقية في الكلية والكبد لوجود حامض الكلوكيورنيك Glucuronic ونتيجة لذلك يتجزأ الهرمون ويخرج عن طريق الصفراء.

وظائف هرمونات الغدة الدرقية :

تعتبر هرمونات الغدة الدرقية ضرورية لنمو وتطور ونضج الهيكل العظمي في الكائنات الحية . كما وانها تؤثر على نمو الانسجة من خلال دورها في ادامة افراز هرمون النمو. ولاتقتصر اهميتها على الهيكل العظمي والانسجة بل تتعداه الى المحافظة على زيادة معدل الايض Metabolism في الانسجة والاعضاء وخصوصا الكبد والقلب والكلية والعضلات الهيكلية. وكذلك زيادة معدل امتصاص السكريات الاحادية في القناة الهضمية. ولهرمونات الغدة الدرقية تأثير على تكوين واكسدة الحوامض الشحمية وزيادة قابلية الكبد في طرح الكوليستيرول من الدم. ولهرمونات الدرقية دور في ايض البروتينات حيث تساعد على تكوين الحامض النووي الرايبوزي ولها تاثيرات اخرى في تنظيم عمل عضلات القلب وادرار الحليب والتكاثر. هذا بالاضافة الى ان هرمونات الغدة الدرقية ضرورية لنمو كافة الاجهزة وخصوصا في الايام الاول من عمر الكائن الحي ، حيث تساعد على نمو الجهاز العصبي بصورة طبيعية ونمو الجهاز التناسلي. ويسيطر تحت المهاد على افرازات الغدة الدرقية من خلال تأثيره المباشر على افراز الهرمون المحفز للغدة الدرقية (TSH) الذي تفرزه الغدة النخامية . كما وتؤثر بعض العوامل البيئية على افراز هرمونات الغدة الدرقية كالتغذية ومستوى اليود ودرجة الحرارة حيث ان انخفاضها يؤدي الى نشاط الغدة.

هرمون الثايروكالستيونين Thyrocalcitonin (TCT)

هرمون متعدد الببتيدات يتألف من ٣٢ حامض اميني وذو وزن جزيئي حوالي ٨٧٠٠ يفرز من خلايا خاصة تدعى خلايا جنيب الجريب او C cells تقع الى جانب الخلايا المبطنة للجريبات الموجودة في فصوص الغدة الدرقية للبائن. وهو يشترك مع هرمون الباراثورمون في تنظيم مستوى ايون الكالسيوم في الدم حيث يقلل من ارتشاف العظم resorption من خلال تثبيط نضوجية الخلايا بانية العظم والخلايا العظمية للكالسيوم. كما وانه يقلل من مستوى ايون الفوسفور في الدم. وينظم مستوى ايون الفسفور في الدم افراز هرمون الثايروكالسيتونين. فعند ارتفاع مستوى ايون الكالسيوم يتم زيادة افراز الهرمون. ولايون المغنيسيوم تأثير مشابه لايونات الكالسيوم في تنظيم افراز هرمون الثايروكالسيتونين.

الغدة جنيب الدرقية : Parathyroid Gland

توجد في كافة الفقريات وتتألف من زوجين من الغدد الصغيرة امامي وخلفي يختلف موقعها من حيوان لاخر لكنها عموما تقع بالقرب من فصي الغدة الدرقية اومندمجة معها كما في القطط والكلاب حيث يبلغ طولها في الكلاب حوالي ٢–٥ ملم. اما في الابقار والاغنام فيوجد الزوج الامامي للغدة امام الغدة الدرقية وعلى مقربة من جانبي الحنجرة عند الشريان السباتي بينما يوجد الزوج الخلفي ملاصقا للغدة الدرقية من الداخل.

تحتوي الغدة جنيب الدرقية على نوعين من الخلايا الاولى رئيسية لها القابلية على افراز هرمون جنيب الدرقية .Parathyroid H او مايسمى parathoromone، والاخرى خلايا اكبر من الاولى تدعى حامضية Oxyphil تحتوي على اعداد كبيرة من المتقدرات وتختفي في فصائل الحيوانات كالدجاج والجرذان.

هرمون الباراثورمون :

يتألف من ببتيدات متعددة ذات ٨٣– ٨٤ حامض اميني يبلغ وزنه الجزيئي حوالي ٨٥٠٠.

ان من اهم وظائف هرمون الباراثورمون المحافظة على مستوى ايون الكالسيوم والفوسفور في الدم حيث يساعد على تحريك ايونات الكالسيوم من خلايا بانية العظام Osteoblasts والخلايا العظمية Oesteocytes الى سوائل الجسم المختلفة. كما وانه يقوم بزيادة اخراج الفوسفات في البول عن طريق تخفيض مستواه في الدم وتثبيط اعادة امتصاصه من النبيبات الدانية (القريبة) Proimal ويتم تنظيم افراز هرمون الباراثورمون من قبل آيون الكالسيوم الموجود في الدم. فعند زيادة آيون الكالسيوم في البلازما ينخفض افراز البارثورمون ويترسب الكالسيوم في العظام. اما عند انخفاض الكالسيوم فأن افراز الباراثورمون يزداد وبذلك يحرك ايونات الكالسيوم من العظام كما ويعتقد ان نسبة الفوسفور والمغنسيوم في الدم تؤثر ايضاً على افراز هرمون الباراثورمون.

غدة البنكرياس : Pancreatic gland

تعتبر غدة مركبة حيث انها تتكون وظيفياً من جزئين منفصلين عن بعضها، الجزء الاول نسيج خارجي الافراز خاص بافراز انزيمات لها دور في هضم المواد الغذائية اما الجزء

الآخر فيتكون من نسيج داخلي الافراز (صمي) ويدعى جزر لانكرهانس Islets of langerhans وهي مجاميع خلوية صغيرة متعددة منتشرة بين نسيج البنكرياس تتكون من اربعة انواع : -

١ . خلايا أ	A cells	التي تفرز هرمون الكلوكاكون	Clucagon
٢ . خلايا ب	B cells	التي تفرز هرمون الانسولين	Insulin
٣ . خلايا د	D cells	التي تفرز هرمون السوماتوستاتين	Somatostatine 14
٤ . خلايا ف	F cells	تفرز الببتيد المتعدد البنكرياس	Pancreatic Pdypetide

هرمون الانسولين : Insulin

يتكون الانسولين من سلسلتين من الاحماض الامينية تحتوي السلسلة الاولى (أ) على ٢١ حامض اميني اما السلسلة (ب) فتحتوي على ٣٠ حامض اميني. يبلغ وزنه الجزيئي حوالي ٦٠٠٠ ويختلف تركيب احماضه الامينية تبعاً لنوع الحيوان.

وظيفة الانسولين :

يعتبر الانسولين ضرورياً لخفض مستوى سكر الكلوكوز في الدم كونه يساعد على اخذ الكلوكوز من قبل العضلات وبعض الانسجة الاخرى كالنسيج الضام والنسيج الدهني لتخزين جزءاً منه على شكل كلايكوجين Glycogen وذلك بتنشيط انزيم Glycogen Synthetase D الخامل وتحويله الى Glycogen Synthetase الفعال. اما القسم المتبقي فيعمل الانسولين على اكسدته في خلايا العضلات ويحوله الى ثاني اوكسيد الكاربون وماء وطاقة. اضافة الى ان الانسولين يزيد من تكوين شحم العضلات وتقليل تحللها وتحفيز تكوين بروتينات العضلات عن طريق زيادة نفاذية جدران خلايا العضلات للاحماض الامينية. ان فقدان هرمون الانسولين في الثدييات يؤدي الى انخفاض قابلية الجسم على تخزين وتمثيل الكلوكوز وحدوث داء السكر الحلو Diabetes mellitus الذي يتميز بالعديد من التغيرات الفسلجية في ايض البروتينات والكاربوهيدرات والماء والدهون. وزيادة في مستوى السكر في الدم والبول اضافة الى ظهور بعض الامراض الاخرى كالعطش وتعدد التبوال ثم ظهور الهزال. اما زيادة افراز هرمون

الانسولين فتؤدي الى انخفاض مستوى السكر في الدم وظهور اعراض الدوار وعدم الاتزان والضعف العضلي والرعشة.

ويتم تنظيم افراز الانسولين تبعاً لمستوى سكر الكلوكوز في الدم الذي يعتبر العامل المباشر في زيادة او نقصان افراز الانسولين. فعندما يزداد مستوى الكلوكوز في الدم عن الطبيعي يحفز افراز هرمون الانسولين الذي يخفض مستوى السكر. ويشترك هرمون النمو وزيادة الاحماض الشحمية والامينية في الدم في تحفيز افراز الانسولين. ويشترك ايضاً هرمون الثايروكسين والكلوكاكون بصورة غير مباشرة على زيادة افراز الانسولين. كما ويرتفع مستوى هرمون الانسولين في الدم عند تحفيز العصب المبهم العاشر.

هرمون الكلوكاكون : Glucagon Hormon

يتألف هذا الهرمون من ٢٩ حامض اميني تنتظم في سلسلة واحدة يبلغ وزنها الجزيئي حوالي ٣٤٨٥.

وظائف الكلوكاكون الفسلجية :

يتركز عمل هرمون الكلوكاكون بصورة رئيسية على رفع مستوى سكر الكلوكوز في الدم ويكون الكبد هو العضو الهدف في عمل الهرمون حيث يقوم بتحليل الكلايكوجين الموجود فيه الى كلوكوز في عملية تدعى بتحليل الكلايكوجين Glycogenesis من خلال تحفيز انزيم الفوسفور ريليز الثنائي Dephosphorylase الغير فعال الى انزيم الفوسفوريليز الفعال الذي يعمل على تنشيط تحلل الكلايكوجين. كما وان الكلوكاكون يزيد في معدل تكون الكلوكوز من مصادر اخرى غير كربوهيدراتية كالبروتين والاحماض الشحمية.

ويحفز افراز هرمون النمو والانسولين. ويتم تحفيز افراز هرمون الكلوكاكون بواسطة انخفاض مستوى سكر الكلوكوز في الدم وينخفض افرازه بارتفاع الكلوكوز في الدم. كما وأن تحفيز العصب المبهم يؤدي الى زيادة افراز الكلوكاكون.

هرمون السوماتوستاتين ١٤ : _ Somatos tatin

يوجد هذا الهرمون في مناطق اخرى غير البنكرياس كالحبل الشوكي او في تحت المهاد ويعمل على تثبيط افراز هرمونات البنكرياس الثلاث الاخرى. ان زيادة افراز

السوماتوستاتين ١٤ قد يؤدي الى حدوث ورم Tumer في البنكرياس يرافقه ارتفاع في مستوى سكر الكلوكوز في الدم Hyperglycemia وعسر الهضم Dyspepsia بسبب انخفاض سرعة حركة المعدة وانخفاض افراز حامض الهايدروكلوريك HCL في المعدة وظهور حصى الصفراء.

ويتم تحفيز افراز هرمون السوماتوستاتين ١٤ بزيادة مستوى سكر الكلوكوز في الدم وزيادة الاحماض الامينية وخصوصاً الآرجنين Arginine الليوسين Leucine.

هرمون الببتيد المتعدد البنكرياسي : Pancreatic Polypeptides

يتالف من ٣٦ حامض اميني ويبلغ وزنه الجزيئي حوالي ٤٢٠٠ ويعمل هذا الهرمون على تخفيض مستوى الكلايكوجين في الكبد غير أنه لايغير من مستوى الكلوكوز في الدم وله تأثير في تخفيض الكليسيرول والاحماض الشحمية الحرة في البلازما. ويزداد افراز هذا الهرمون بزيادة تناول البروتينات واثناء الصوم، والقيام بالتمارين وكذلك عند الانخفاض الحاد للسكر Acute Hypoglycemia. وتؤثر زيادة افراز هرمون السوماتوستاتين وحقن الكلوكوز في الوريد تخفيض افراز هرمون الببتيد المتعدد البنكرياسي.

الغدة الكظرية : Adrenal Gland

هي عبارة عن غدتين يقعان امام الكليتين في الحيوان وفوقها في الانسان وقد يلتصقان بالكليتين بواسطة نسيج رابط او يقعان على مقربة منها. وتعتبر الغدة الكظرية غدة مركبة كونها تنقسم الى جزئين متميزين يتكون كل جزء منها من نسيج يختلف عن النسيج الآخر ولايتشابهان مع بعضها من حيث المظهر الخارجي او افرازها الهرموني. ان الجزء الخارجي او المحيطي من الغدة يدعى القشرة Cortex اما الجزء الداخلي او المركزي فيدعى اللب Medulla.

لب الغدة الكظرية : Adrenal Medulla

ينشأ نسيج لب الغدة الكظرية من خلايا عصبية اولية Neuroblasts ثم تتخصص لتصبح خلايا عصبية ودية.

Sympathatic بعد عقدية فاقدة لمحاورها متخصصة للافراز. وهي تفرز مواد كتيول امينية Catecholamines كالابنفرين Epinephrine والنور ابنفرين او يدعى احياناً الابنفرين الضدي Norepinephrine وكلاهما يشتقان عن الحامض الاميني التايروسين. الا أن الابنفرين يحتوي على مجموعة مثيل غير موجودة في الثاني وكلاهما يطرحان عن طريق الكبد مع الصفراء وبعد انتهاء نشاطها.

وظائف هرمونات لب الكظرية :

يقارب التأثير الفسيولوجي لهرمونات لب الغدة الكظرية تأثير تنبيه خلايا الاعصاب الودية بعد العقدية حيث انها تفرز ايضاً الابنفرين والنورابنفرين. لذا فأن الحيوان يستطيع العيش في حالة توقف افراز هرمونات لب الكظرية. ويتشابه تأثير الابنفرين الفسيولوجي تأثير النورابنفرين نظراً لكونها يتشابهان في التركيب الكيمياوي الا انها يختلفان احياناً فنجد ان الابنفرين يكون مسؤولاً عن التغيرات اللازمة في ايض الجسم كما في ايض الكربوهيدرات وتحلل الكلايكوجين عند مواجهة ظروف غير طبيعية قد يتعرض لها الحيوان. اما النورابنفرين فيكون مسؤولاً مباشرة عن تكيفات جهاز الدوران. ولهرمونات لب الكظرية تأثيرات فسلجية واسعة على اجهزة الجسم أهمها :

١ . جهاز الدوران :

يعمل كلا الهرمونين على زيادة سرعة وقوة تقلص القلب وارتفاع ضغط الدم ويعمل الابنفرين على رفع ضغط الدم عن طريق زيادة حجم الدم الذي يضخه القلب الى الشرايين. اما النورأبنفرين فيرفع ضغط الدم عن طريق المقاومة المحيطية للاوعيةالدموية. ويعمل الابنفرين على توسيع الاوعيةالتاجية والاوعية التي تجهز العضلات الهيكلية اما النور ابنفرين فيكون تأثيره شاملاً بتضييق كافة الاوعية الدموية كما وان له تأثير اقل على نبض القلب.

٢ . الجهاز التنفسي :

يعمل كلا الهرمونين على توسيع القصبة الهوائية مما يسهل على الحيوان استنشاق كمية أكبر من الهواء خصوصاً في حالات الاجهاد حيث يزداد عمق وسرعة التنفس ويزداد تشبع الكريات الدموية الحمراء بالاوكسجين.

٣. العضلات :

أن للابنفرين تأثير ايجابي على تحفيز تقلص العضلات الملساء الموجودة في جدران الاوعية الدموية الا انه يثبط عمل العضلات الملساء الموجودة في جهاز الهضم والاحشاء اما بالنسبة للعضلات الهيكلية فتحفز تحت تأثير الابنفرين وتزداد تجزئة الكلايكوجين الموجود في العضلات وتكون حامض اللبنيك والطاقة.

٤. الافعال الايضية :

للابنفرين تأثير مباشر على زيادة مستوى كلوكوز الدم من خلال قابليته على تجزئة الكلايكوجين المخزون في الكبد والعضلات. وهذه الزيادة تساعد على تجهيز الحيوان بالطاقة اللازمة لافعاله الحيوية وخصوصاً اثناء الاجهاد او القلق. وتزداد سرعة ايض الكربوهيدرات ومعدل الايض الاساسي بوجود الابنفرين يصاحبها زيادة استهلاك الاوكسجين وانتاج غاز ثاني اوكسيد الكاربون.

تنظيم افراز هرمونات لب الكظرية :

يسيطر تحت المهاد على افراز لب الغدة الكظرية عن طريق الاعصاب الودية النازلة من الحبل الشوكي ويقل افراز هرموني الابنفرين والنور ابنفرين في الحالات الطبيعية والنوم ، الا انها يتحفزان اثناء الغضب والخوف والاجهاد والقلق : ويعتبر انخفاض السكر والالم من المحفزات الفعالة في افراز الابنفرين.

قشرة الغدة الكظرية Adrenal Cortex :

يعتبر نسيج الاديم المتوسط بالجوف العام Coelomic mesoderm للبروز التناسلي في الجنين منشأ قشرة الغدة الكظرية. ويتالف نسيج قشرة الغدة الكظرية في اغلب اللبائن البالغة من خلايا ظهارية تمتلىء بالقطرات الشحمية التي تحتوي على الكولسيترول كما ويمكن تقسيم القشرة الى ثلاث طبقات تختلف فيما بينها شكلاً ووظيفة الا انها تشترك في افراز هرمونات ضروية لادامة الحياة تدعى الستيرويدات وهذه الطبقات هي :—

١ . الطبقة الخارجية او الكبيبية Zona glomerulosa وهي تفرز هرمونات تدعى الهرمونات القشرية المعدنية Mineral Corticoids تنظم ايض الايونات والاملاح كالالدوستيرون والالديهايد والذي اوكسي كورتيكوسيترون .

٢ . الطبقة الوسطى او الحزيمية Zona fasciculata وتكون مسؤولة عن افراز هرمونات تنظم ايض الكربوهيدات والشحوم والبروتينات وتسمى الهرمونات القشرية الكلوكوزية Zona reticularis كالكورتيزون والكورتيزول الكلورتيكوستيرون

٣ . الطبقة الداخلية او الشبكية Zona reticularis وهي داخلية تشترك مع الطبقة الحزيمية في افراز هرمونات الجنس الستيرويدية الانثوية كالاستروجينات والبروجستينات وهرمونات الجنس الذكري كالاندروجينات ويتم تكوين الستيرويدات من الكوليستيرول حيث انه يعتبر الوحدة الاساس لجميع الهرمونات الستيرويدية .

وظائف هرمونات قشرة الغدة الكظرية :-

بالنظر لتعدد مجاميع الهرمونات التي تفرزها قشرة الغدة الكظرية ، والتي تعتبر جميعها مهمة لديمومة الحيوان حيث يؤدي نقصها الى هلاكه ، وبالرغم من اشتراك اكثر من هرمون لاداء تأثير فسلجي الا اننا سنتطرق الى وظائف كل مجموعة على حدة لغرض السهولة .

١ . وظائف الهرمونات القشرية المعدنية :

يعتبر الالدوستيرون من الهرمونات الرئيسية التي تفرزها هذه المجموعة يأتي بعدة في الاهمية هرمون الدي اوكسي كورتيكوستيرون كما وان تأثير الهرمون الاول يكون اقوى من تأثير الهرمون الثاني ومن وظائفها :

أ . تنظيم الايونات وخصوصاً ايون الصوديوم حيث أن هرمونات هذه المجموعة تزيد من اعادة امتصاص ايون الصوديوم والكلوريد من قنوات الكلية وغدد المعدة والامعاء والغدد اللعابية والعرقية مما يؤدي الى ارتفاع كمية الماء في البلازما والمحافظة على حجم الدم وعلى زيادة الضغط الشرياني .

ب. المحافظة على التوازن الحامضي القاعدي في الدم Acid – base balanc ذلك لان اعادة امتصاص ايون الصوديوم في نبيبات الكلية يصاحبه طرح ايونات البوتاسيوم والفوسفور والهيدروجين.

ويتم تنظيم افراز هرمونات هذه المجموعة بواسطة ايون الصوديوم فبانخفاض مستواه او ارتفاع مستوى ايون البوتاسيوم في الدم يفرز الالدوستيرون ويشارك انزيم الرنين الذي يحلل البروتينات في تحفيز افراز هرمون الالدوستيرون عندما ينخفض حجم الدم المتأتي من انخفاض ايون الصوديوم في البلازما ذلك لان انخفاض حجم الدم يؤدي الى انخفاض ضغطه مما يؤدي الى تحفيز افراز انزيم الرنين.

٢. وظائف الهرمونات القشرية السكرية

يعتبر الكورتيزول والكورتيكوستيرون من الهرمونات الرئيسية لهذه المجموعة وتختلف اهميتها من حيوان لآخر تبعاً لفصيلتها فنجد أن الكورتيزول اهم من الكورتيكوستيرون في الانسان والكلاب والخنازير بينما نجد أن كلاهما ضروريان في المجترات وتتلخص وظائفها بما يلي :

أ. تؤثر هرمونات هذه المجموعة في ايض الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. فنجد ان الكورتيزول يزيد تكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية ويرفع مستوى الكلوكوز في الدم وزيادة مخزون الكلايكوجين في الكبد.

كما وانها تساعد على تقويض البروتينات الذي ينتج عنه زيادة في مستوى النايتروجين وحامض اليوريك في البول ، ان ذلك يؤدي الى توقف نمو الحيوانات الصغيرة. وتؤدي زيادة هرمونات القشرة الكلوكوزية الى هدم الدهون وزيادة الكوليسيترول في الدم.

ب. ان زيادة هرمونات القشرة الكلوكوزية يؤدي الى زيادة حجم الماء الموجودة في الجسم وتجمعه في الانسجة الرخوة مسبباً وذمة (الخزب) Edema الذي يصاحبه زيادة ايون الصوديوم في سوائل الجسم ونقص الكلوريد والبوتاسيوم فيه مما يؤدي الى ارتفاع القاعدة في الانسجة وحصول القلاء الايضي.

جـ. ان تنبيه افراز هرمونات هذه المجموعة يؤدي الى تقليل درجة الالتهاب الموضعي لانها تؤثر في تخفيض عدد خلايا الدم اللمفاوية والكريات القاعدية وكريات الدم الحمر والخلايا الحامضية.

د. زيادة افراز المعدة لحامض الهايدروكلوريك وانزيم الببسين لذا فانها تؤخر في التئام القرحة المعدية.

ان تنظيم افراز هرمونات القشرة الكلوكوزية يتم بواسطة الهرمون المحفز لنمو قشرة الغدة الكظرية الذي يفرز من الفص الامامي للغدة النخامية وبتأثير هرمون انطلاق يفرز من تحت المهاد. وتوجد الية تغذية عكسية سالبة بينها حيث ان زيادة افرازات هرمونات هذه المجموعة تثبط افراز هرمون محفز قشرة الغدة الكظرية وبالعكس، وكذلك تثبط افراز هرمون انطلاق هرمون محفز القشرة الكظرية المفرز من تحت المهاد. كما وتؤثر بعض العوامل الاخرى على افراز مجموعة هرمونات القشرة الكلوكوزية فالاجهاد مثلاً يؤدي الى زيادة افراز هرمون محفز قشرة الغدة الكظرية وبذلك زيادة افراز هرمونات القشرة الكلوكوزية. والخوف، الكبت، الالم، الحروق، الجروح والامراض المزمنة جميعها تزيد من افراز هرمونات القشرة الكلوكوزية (شكل ١٢-٦)

٢. وظائف هرمونات الجنس الذكرية والانثوية:

لقد وجدت بعض الافرازات الهرمونية الجنسية الانثوية والذكرية في قشرة الغدة الكظرية وخصوصاً في البشر الا انها اقل مستوى واهمية في الحيوانات، فالاندروجينات الذكرية تحفز ظهور الصفات الثانوية الذكرية وتنشط نمو الاعضاء الجنسية الذكرية بصورة محدودة جداً وكذلك تؤثر الاستروجينات والبروجستينات الانثوية في الانثى.

غدة التوثة (الثايموسية) Thymus gland

وهي تركيب غدي يتالف من عدة فصوص موجودة في منطقة الصدر اعلى القلب وبالقرب من القصبة الهوائية والرقبة ويختلف موقعها من حيوان لآخر فتمتد في الطيور على طول منطقة العنق وبشكل فصوص غدية حمراء اللون، وتستمر الغدة بالنمو وزيادة الوزن منذ فترة الولادة حتى تبلغ اقصى وزنها عند مرحلة البلوغ ثم تبدأ بالضمور ويعتقد ان السبب في ذلك يعود الى افرازات الهرمونات الجنسية التي تثبط

نمو الغدة كما ويسبب ذلك ايضاً حقن الحيوانات الصغيرة بالهرمونات الجنسية او بالهرمونات الجنسية المستخلصة من قشرة الغدة الكظرية.

يتالف كل فص من فصوص الغدة الثايموسية من طبقة خارجية تدعى القشرة تتكون من نسيج لمفاوي، وطبقة داخلية تدعى اللب يتكون من نسيج ظهاري شبكي تتخلله خلايا لمفاوية قليلة واجسام صغيرة كروية الشكل تدعى جسيمات هزل Hassall's Corpscles تحتوي على الكيراتين.

ان وظيفة التونة تتوقف على عمر الحيوان حيث يعتقد انها تشارك في تنظيم تطور الجهاز التناسلي في الحيوانات الصغيرة الا أن تأثيرها الرئيسي هو تكوين الاجسام المناعية لاحتواءها على نسيج لمفاوي منذ الادوار الجنينية للحيوان ولاسيما وقد وجدت بعض الخلايا اللمفاوية حينذاك. كما وتساهم التوثة في نضوج بعض الخلايا اللمفاوية التي تتكون في نخاع العظم ثم تنتقل الى التوثة حيث يتم انضاجها بمساعدة هرمون الثايموسين Thymocin الذي يفرز منها هذا بالاضافة الى وجود افرازات ببتيدية مختلفة لها نفس تأثير الثاموسين.

غدة المبيض Ovary

يعتبر المبيض ضروري لقيام عملية التكاثر حيث انه العضو الوحيد الذي له القابلية على انتاج البيوض وافراز الهرمونات الانثوية الخاصة بالتكاثر. يقع المبيض في المنطقة القطنية من التجويف البطني ويرتبط بالمنطقة الظهرية بواسطة المساريق المبيضية Mesovarium وفي كل انثى هناك مبيضان ايمن وايسر شكلهما دائري او بيضوي يختلف وزنه وموقعه تبعاً لنوع الحيوان.
يصنع المبيض ثلاث هرمونات هي :

١. الاستروجينات Estrogens

هرمونات ستيرويدية تشمل الاستروجين والاستراديول – ١٧ – الفا ، والاستيراديول – ١٧ بيتا والاستريول ، ويتم افرازها من خلايا القارب الداخلي للجريب المبيضي النامي بالاضافة الى افرازها بكميات قليلة جداً من قشرة الغدة الكظرية والخصية. وتشارك

الاستروجينات نمو الجريبات المبيضية ، وزيادة فعالية الخلايا الافرازية في قناة البيض وزيادة تقلصها لغرض المساعدة في نزول البيضة الى الرحم . كما وتشارك الاستروجينات في نمو وتطور الجهاز التناسلي الانثوي ونمو الجهاز القنوي للغدة اللبنية وظهور الصفات الجنسية الثانوية في الاناث كتغير شكل الجسم ونمو الشعر وتغير الصوت ونمو الثدي وظهور علامات الشبق اضافة الى دورها في تنشيط الدورة الدموية وزيادة سرعة جريان الدم الى الرحم اثناء الدورة الشهرية وزيادة تقلص العضلات الملساء الرحمية .

٢ . البروجستينات Progestens

واهمها البروجستيرون الذي يفرز من الجسم الاصفر والسخد وقليل منها تفرز من قشرة الغدة الكظرية ويشارك في تصنيع الستيرويدات التي تتكون في انسجة اخرى وهو سريع التلف حيث ان نصف نموه قصير.

ان اهم التأثيرات الفسلجية للبروجستيرون هو المحافظة على استمرار الحمل وابقاء الرحم في حالة هدوء لحين حدود الولادة ، كما ويشارك الاستروجين في تهيئة الرحم لاستقبال البيضة وفي تطور فصيصات Lobules واسناخ وحويصلات Alveoli الغدة اللبنية .

٣ . الريلاكسين Relaxin

هرمون متعدد الببتيدات يفرز من الجسم الاصفر اثناء فترة الحمل بصورة رئيسية كما ويفرز ايضاً من الرحم والسخد . ويحدث هذا الهرمون الارتخاء الحوضي وتوسيع عنق الرحم في المراحل المتأخرة من الحمل لغرض تسهيل الوضع كما وتشارك الاستروجينات في توسيع قناة الولادة .

غدة الخصية Testes :

يوجد عادة زوج من الخصي في كيس الصفن خارج التجويف البطني في جميع الحيوانات الداجنة الا في الطيور والدواجن فانها تقع داخل التجويف البطني . وتعتبر الخصية العضو الرئيسي لانتاج هرمونات الجنس الذكري وخصوصاً هرمون التستوستيرون

Testosterone . كما وانها العضو الوحيد الذي له القابلية على تكوين النطف Sperms في نبيباتها المنوية بجميع مراحلها ، ويتكون هرمون التستوستيرون في الخلايا الخلالية للخصية او ماتسمى احيانا بخلايا ليدج . ولهرمون التستوستيرون اهمية كبيرة في نمو وتطور الاعضاء التناسلية الذكرية وظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكور كزيادة نمو الشعر في بعض المناطق وتغير الصوت والرغبة الجنسية وسلوك الحيوان ويشارك هرمون التستوستيرون الهرمون المحفز لنمو الخلايا الخلالية في تكوين النطف . كما وانه يعمل على نمو وتطور الغدد اللاحقة بالجهاز التناسلي الذكري .

المصادر

قائمة المصطلحات

A

Abducent	مبعد
Acomasum	المعدة الحقيقية
Acetic acid	حامض الخليك
Acetyl Coenzyme A	استيل تميم انزيم
acid — base balance	توازن حامضي-قاعدي
Acidosis	حموضة
Acinar	عنبي
Actin	اكتين
Action	فعل
Action potential	جهد فعل
Activator	منشط
Active	فعال
Adenosin diphosphate (ADP)	ثاني فوسفات الادينوسين
Adenosin triphate "ATP	ثالث فوسفات الادينوسين
Adipocyte	خلية دهنية
Adiposis	تسحم الجسم
Adrenal gland	غدة كظرية
Adrenaline	الادرنالين
Adreno corticotrophic hormone (ACTH)	هرمون مغذي قشرة الكظر
Adsorption	امتصاص
Afferent	وارد
Agglutination	تلازن
Agranulocyte	كريات لاحبيبية
Albumin	البومين

Aldosterone	الدوستيرون
Alkaline	قلوي
Alkalosis	قلوية
Alteed	متغير
Alveoli	اسناخ
Amylase	انزيم الامليز
Anabolism	ابتنائي
Anemia	فقر الدم
Antagonist	متضاد الفعل
Antibodies	الاجسام المضادة
Anticoagulant	مانع التخثر
Antidiuretic	ضد الادرار
Antienzymes	مضادات الانزيمات
Antigens	مستضدات
Aotta	الابهر
Apex	قمة
Apnea	اللاتنفس
Arachnoidea	عنكبوتي
Arcuata	مقوس
Assimilation	تمثل
Association	مشاركة (ترابط)
Atrioventricular bundle (A—V bundle)	الحزمة الاذينية (البطنية)
Atresia	ضمور
Atrium	اذيني
Auditory	سمعي
Auerbachs plexus	شبكة الياف ارباخ
Autonomic	لاارادي
Autotrophic	ذاتي الاغتذاء

Avitaminosis	عوز الفيتامين
Axilla	الابط
Axon	محور
Axon hillock	بروز المحور

B

Bacteriocidus	مضاد البكتريا
Balance	توازن
Baroreceptor	مستقبل ضغطي
Barrier	حاجز
Basaphil	كرية بيضاء قاعدية
Beat	ضربة
Beri—beri	مرض البرى—برى
Biconcave	مقعر الوجهين
Biconvex	محدب الوجهين
Bicuspid valve	صمام ذو شرفتين
Bile acid	حوامض الصفراء
Bioelectrical activity	نشاط حيوي كهربائي
Biologic	حيوي
Bipolar	ثنائي القطب
Bloat	نفاخ
Blood	دم
Bladder	مثانة
Bowmans capsule	محفظة بومان
Brachial	عضدي اوتحت ترقوي
Brachiocephalic trunk	جذع عضدي رأسي
Brain	الدماغ
Brian stem	ساق الدماغ
Breed	سلالة

Broiler	فرخ لحم
bronchioles	قصيبات هوائية
Bronchus	قصبة هوائية
Buccal	شدقي
Buffer system	نظام الدارىء
Bulb	بصلة (فص)
Bundle	حزم
Button	زر، حبة

C

Cancellus	اسفنجي
Cannula	انبوب مجوف
Calcitonin	كالسيتونين
Calorimeter	جهاز قياس السعرات
Capacitation	تكيف
Capillary	شعري
Carbamide	كارباميد
Carbonic acid	حامض الكاربونيك
Cardiac	قلبي
Cardioaccelerator nerve	عصب ومثبط قلبي
Cardioinhibitory nerve	عصب مثبط قلبي
Carotid	سباتي
Carnivorous	اكلة اللحوم
Cartilage	غضروف
Casin	كازين ، جنين
Catabolism	هدمي
Catheterization	القسطرة
Caudal	سفلي ، ذيلي
Celiac	بطني

Center	مركز
Centerosome	جسم مركزي
Cerebellum	المخيخ
Cerebrospinal fluid (CSF)	سائل مخي شوكي
Cerebrum	المخ
Cervical	عنقي
Cervix	عنق الرحم
Channals	قنوات
Chemoreceptor	مستقبل كيمياوي
Chiasmatic	تصالب
Cholesterol	كوليسترول
Choline	كولين
Cholinesterase	انزيم الكولين
Choroid	مشيمة
Chorionic	مشيمي
Chromatin	كروماتين ، صبغين
Chromatography	كروماتوكرافي
Cilia	اهداب
Ciliated	مهدبة
Circuit	دائرة
Circulatory	دوران
Cistern	صهريج
Citric	سترك
Cleft	فرجة
Clitoris	البظر
Coagulant	خثرة
Coagulation	تخثر

Coelomic	الجوف العام
Cold blooded	ذات الدم البارد
Collagen	كولاجين
Colliculus	اكيمة
Colloid	غروي
Column	عمود
Columnar	عمودي ، عمادي
Coma	الغيبوبة
Commissural	التقاء (ملتقى)
Compact	مكتنز، متراص
Complex	معقد
Concentration	تركيز
Conduction	توصيل
Connective	رابط ، موصل
Controller	ضابط
Cord	حبل
Coronary	اكليلي
Corpora cavernosa	الجسمان المكتهنان
Corpora Lutea	الاجسام الصفراء
Corpus	جسم
Corpus Spongiosum	الجسم الاسفنجي
Cortex	قشرة
Corticosteroid	ستيرويدي ، قشري
Corticotropin	المواجهة القشرية
Costocervical	ضلعي عنقي
Counter Current exchange system	نظام التبادل ضد التيار
Cowper S gland	غدة كوبر

Cranial	رأسي
Creatinine	كرياتنين
Cross – Current exchange system	نظام التبادل المتصالب
Cuboidal	مكعب
Current	تيار
Cybernetics	علم الضبط
Cycle	دورة
Cytology	علم الخلية

D

Dead space	الفراغ الميت
Deamination	نزع مجموعة امين
Deandrites	فروع
Deneration	ازالة الاعصاب
Dense	كثيف
Depolari zation	يزيل الاستقطاب
Depressor	خافض للضغط
Dermatitis	التهاب الجلد
Desosome	جسيمات رابطة
Detector	كاشف
Diaphoresis	التعرق
Diastole	انبساط
Diencophalon	الدماغ المتوسط
Diffusion	انتشار
Diestrus	نهاية الشيوع (الشبق)
Digestive system	جهاز الهضم
Diglycerides	كليسرات ثنائية
Diphragm	حجاب حاجز

Discus proligerus	القرص الجرثومي
Dissimi lation	هدمي
Dissociation	افتراق
Distal	قاصي، بعيد
Distance	مسافة
Domestication	استئناس
donor	يعطي ، يهب
Dorsomedial	ظهري وسطي
Duramater	الام الجافية
Dyspnea	البهر (صعوبة التنفس)
Dynamic	حركي

E

Embryo	جنين
Ectoderm	الاديم الظاهر
Eczema	الاكزيما
Edema	خزب، وذمة
Effector	منفذ، مستجيب
Efferent	صادر
Ejaculation	دفق، قذف
Elastic	مرن ، مطاطي
Elastin	الاستين (مرنين)
Electric signal	باعث عصبي
Electrolytes	تركيب اليكتروليتي
Electromagnetic	كهرمغناطيسي

Electrophoresis	ترحيل كهربائي
Eloctrophysiology	فسلجة كهربائية
Eminence	بارزة
Encephalomalacia	تلين الدماغ
Endocardium	الشغاف ، التامور
Endocrine	صماء
Endocrinology	علم الغدد الصماء
Endocarditls	التهاب الشغاف
Endoderm	الاديم الباطني
Eendometrium	بطانة الرحم
Endoplasmic	داخل البلازما
Endothelium	البطانة
Energy	طاقة
Enzyme	انزيم
Eosinophil	حمضة، خلية بيضاء حامضية
Epicardiu	النخاب
Epidiymns	بربخ
Epithelial	ظهاري
Equilibrium	توازن
Erysipelas	التهاب الحمرة
Erythroblast	ارومة حمراء
Erythocyte (red blood cell)	كرية دموية حمراء
Erythropoiesis	تكوين الكريات الحمر
Erythropoiotin	هرمون اريترومويتيني ، مكونة الحمر
Esophagus	مريئ
Essential	اساسي
Estrogen	استروجين
Estrus	شيوع (شبق)

Euphea	التنفس السهل
Exocrine	خارجي الأفراز
Expiration	زفير
Expiratory reser Volume	حجم الزفير الاحتياطي
Extracellular	خارج الخلايا
Expulsion	لفظ

F

Falopian tube	قناة فالوب
Fatty acids	حوامض دهنية
Feedback	تغذية عكسية
Femoral	فخذي
Feritin	حديدين
Ferric	حديديك
Ferrous	حديدوز
Fetus	جنبي
Fibrin	ليفين
Fibrinogen	منشيء الليفين
Fibroblasts	خلية مولدة الالياف
Filaments	خيوط
Filteration	ترشيح
Firing	اشتغال
Fissure	شق
Fistula	ناسور
Flexion	ثني
Flocculus	ندفة
Follicle stimulating hormone	هرمون محفز الجريبات

G

Galactose	سكر الحليب
Ganglia	عقد
Ganglion	عقدة
Gastrin	معدين
Geniculate	ركبي
Germinal	انتاشي
Gland	غدة
Globulin	غلوبين
Glomeruls	خصلة شعيرية ، كبيبة
Glossopharyngeal nerve	العصب اللساني البلعومي
Glottis	المزمار
Glucose	سكر العنب (كلوكوز)
Glycerol	كليسرول
Glycocorticoid hormon	هرمونات قشرة الكظرية السكرية
Glycogen	كلايكوجين
Glycogenesis	تكون الكلايكوجين والسكر
Glycogenolysis	تحليل الكلايكوجين
Glycolysis	تحلل السكر
Glycosiria	البيلة السكرية
Goiter	الدراق
Golgi appartus	جهاز كولجي
Gonadotrophic	موجه للقند
Cradient	تدرج
Graafian follicle	حويصلة كراف
Grass tetany	مرض الكزاز الشعبي
graymater	المادة السنجابية
Gravity	جاذبية

Growth	نمو
Gyri	تلافيف

H

Habenular	لجيمي
Haematogens	مولدات الدم
Heart failure	قصور القلب
Heart rate	سرعة القلب
Heart sounds	اصوات القلب
Hemispher	نصف الكرة
Hemolymph	هيمولف
Hemolysis	تحلل الدم
Hemosiderin	هيموسدرين
Hemostasis	توقف الدم
Hering breuer reflexes	منعكس هيرنك برير
Heterotrophic	عضوي الاغتذاء
Hilus	نقير، سرة
Hip	الورك
Homeostasis	الاستتباب (البيئة الجسمية)
Homeothermic	متجانس الحرارة
Horn	قرن
Humoral	خلطي
Hyaloplasm	البلازما الزجاجي
Hydrolymph	هيدروف
Hymin	غشاء البكارة
Hyperglycemia	فرط سكر الدم
Hypetphagia	فرط التغذية
Hyperdolartzation	زيادة استقطاب

Hypertonic	مرتفعة التوتر
Hyperglycemia	انخفاض سكر الدم
Hypophysial	نخامي
Hypothalammus	تحت المهاد
Hypotonic	ناقصة التوتر
Hypovitaminosis	نقص الفيتامين

I

Iliac	حرقفي
Implantation	انغراس
inactive	غير فعال
Inclusion	اشتمال
Infinit pool exchange system	نظام التبادل الغازي الحوضي اللامحدود
Infundibular	قمعي
Infusoria	النقاعيات
Inhibitory	مثبط
Inhibition	تثبيط
Insipiration	شهيق
Interneuron	خلية عصبية وسطية
Interstitial	خلالي
Interstitial fluid	سائل بين الخلايا
Interacellular	داخل الخلايا
Inversemyotatic	توتر عكسي
In vitro	دراسة في انبوب الزجاج (في المختبر)
Involuntary	لاارادي
Involution	نكوص
irregular	غير منتظم
Isometric Contraction	التقلص المتساوي الحجم
Iso-osmotic isomotic	متساوي التناضح

Isotonic	متساوي التوتر
Isotopes	نظائر
Inspiratory reserve Volume	حجم الشهيق الاحتياطي

j

Jreceptors	مستقبلات الصبغة
Jejunum	المعي الصائم
Joint	مفصل
Jugular	وداجي

K

Keratinized	متقرن
Ketone	كيتون
Kinetic	حركي
Knobe	عقدة

L

Labia majora	الشفرين الكبيرين
Labia minora	الشفرين الصغيرين
Lamellae	صفائح
Lateral	جانبي
Lateroventral	جانبي بطني
Lemmocytes	خلايا غشائية
Lethargio	السبات (وسن)
Leukecyte	كرية دم بيضاء
Leydig Cells	خلايا لدج
Iigamentum nuchae	الرباط المنخعي
Lipase	انزيم الليباز
Lipide	دهن
Lipoids	شحوم
Liquar folliculi	سائل حويصلي

Lobar	فصي
Lobe	فص
Local	موضعي
Local pressure	ضغط موضعي
longitudinal	طولي
Lumbar	قطني
Lymphocyte	خلية لمفية
Lysosom	جسيم حال
Larynx	حنجرة
Loop	عروة

M

Macroeelement	معادن ذات تركيز عالي
Mammals	ثدييات
Mammary	لبني
Mammillary	حلمي
Manose	سكر المانوز
Marrow	نقي ، نخاع
Masseter	ماضغة
Mechanoreceptor	مستقبل ميكانيكي
Mediator	وسيط
Medulla	لب
Medulla oblongata	نخاع مستطيل
Megakaryocyte	خلية كبيرة ، خلية النواة
Meissner's plexus	صغيرة ماسنر العصبية
Membrain	غشاء
Menings	السحايا
Mesenchyma	اللحمة المتوسطة ، الميزنكيما

Mesentrium	المساريق
Mesoderm	الاديم المتوسط
Mesotheliium	ظهارة متوسطة
Mesovarium	المساريق المهيضية
Messenger	رسول
Mesablism	ايض
Metestrus	بعد الشيوع (الشبق)
Method	طريقة
Methyline blue	صبغة المثيل الازرق
Mioroclements	معادن ذات تركيز واطئ
Microfauna	مايكروفادنا
MICRoorganism	مايكروفلورا ، للبين المجهري
Micturation	تبول
Midbain	دماغ متوسط
Minerals	معادن
Mineralocorticoid hormones	هرمونات قشرة الكظر المعدنية
Minimum	ادنى
Minute	دقيق
Mitochondria	متقدرات
Mitotic	انشطار
Mitral Valve	صمام تاجي
Monocyte	خلية وحيدة النواة
Mono glycerides	كليسريدات احادية
Mono saccharides	سكريات احادية
Mono tocous	مفردة المواليد
Motor	محرك ، حركي
Motor fibers	الياف محركة
Mucoid	مخاطي

Mucoprotein	بروتين مخاطي
Mucosa	المخاطية (غشاء مخاطي)
Mucous	مخاطي
Mullerian duct	قناة مولر
Multilocular	عديد الفجوات
Multipolar	متعدد الاقطاب
Muscular	اعصب
Muscularis	عضلية
Muscle	عضلة
Myelin	نخاعي
Myenteric	عضلات معدية
Myocardium	عضلة القلب
Myoepithelial	عضلي ظهاري
Myofibrils	لييفات عضلية
Myometrium	عضلة الرحم
Myosin	ميوسين
Myotic	عضلي

N

Nasal cavity	تجويف انفي
Nasopharynx	بلعوم انفي
Negative	سالب
Nephron	وحدة كلوية
Nerve	عصب
Neurilemma	غمد الليف العصبي
Neuro	عصبي
Neurablast	ارومة عصبية ، خلية عصبية أولية
Neurofibrils	لييفات عصبية

Neuroglia	دبق عصبي
Neuromuscular	عصبي عضلي
Neuron	خلية عصبية
Neuroplasm	بلازما عصبية
Neurotran smitter	ناقل عصبي
Neutrophil	خلية بيضاء متعادلة
Nissle bodiem	جسيمات نسل
Node	عقدة
Noradrenalin	نور ادرنالين
Nostrils	منخران
Noxious gases	غازات مؤذية
Nuclei	نوى
Nucleolus	نوية

O

Occipital	قفوي
Oculomotor	محرك للعين
Olfactory	شمي
Oligosuccharides	سكريات بسيطة
Omasum	الورقية
Omentum	الثرب
Oncotic Pressure	الضغط الجرمي
Optic	بصري
Osmorecopter	مستقبل تناضحي
Osmotic	تناضحي
Ossification	تعظم
Osteoblast	بانيةالعظم
Osteoclast	خلايا ناقصة العظم
Osteogenic	عظمي المنشأ (مولدة)

Output	نتاج
Over shoot	ذروة فرق الجهد
Oviduct	قناة المبيض
Ovnlation	اباضة ، تبويض
Oxidation reduction	الاكسدة الاختزالية
Oxidative phosphorlation	الفسفرة التاكسدية
Oxygenated blood	دم مؤكسج

P

Pacemaker	منظم الضربات
Pain	الم
Palate	حنك
Palatine	حنكي
Panniculus adiposus	السلة الشحمية
Panting	لهاث
Papillary	حليمي
Para	جنيب ، نضير
Parabronchus	نضير القصبة
Parakeratosis	مرض خطل التقرن
Parasympathetic	لاودى
Parathyroid	جنيب الدرقية
Parietal	جداري
Parotid	نكفي
Parturition	ولادة (وضع)
Peduncle	سويقة
Pelvic	حوضي
Penis	قضيب
Pepsin	ببسين (هضمين)

Pepsinogen	مولد الببسين
Peptic	هظمي
Peri	حول
Pericardial Sac	كيس التامور
Pericardium	التامور
Pericytes	خلايا محيطية
Periostium	السمحاق
Peripheral	محيطي
Peristsltic	تمعجي
Permenblitity	نفاذية
Pernicious anemia	فقر الدم الخبيث
PH	الاس الهيدروجيني
Phagocytosis	خلية ملتهمة
Pha ocytosis	بلعمة ، التهام
Pharynx	بلعوم
Phospholipid	الشحميات الفوسفورية
Phosphoprotein	فوسفو بروتين
Phosphorelation	فسفرة
Photsynthsis	التركيب الضوئي
Piamater	الام الحنون
Pineal	الصنوبرية
Placenta	السخد ، المشيمة
Plasmocyte	خلية بلازمية
Platelet	صفيحة
Pleura	غشاء الجنب
Plexus	ضفيرة
Pneamograph	مخطط التنفس
Pneumonia	ذات الرئة

Pneumothorex	استرواح الصدر
Poikilothermic	مختلف الحرارة
Polarization	استقطاب
Poly	متعدد
Polypnea	التنفس السريع
Polysynsptic	عديد التشابك
Polytocous	متعدد المواليد
Pons	جسر، قنطرة
Pool exchange system	نظام التبادل الحوضي
Pores	ثغور
Positive	موجب
Posterior	خلفي
Pestsynaptic	بعد التشابك
Potential	كامن ، جهد
Pouch	كيس
Pre	قبل
Precursor	مصدر اولي
Pregnancy	حمل
Pressor	رافع للضغط
Prossoreceptors	مستقبلات ضغطية
Pressure	ضغط
Presynaptic	قبل التشابك
Pro	قبل ، بدء ، امام
Process	بروز
Proestrus	قبل الشيوع (الشبق)
Progesterone	بروجسيترون
Projection	اسقاط (بارز)
Prothrombin	سلف الثرومبين

Protoplasm	الجبلة
Protozoa	اولي (ابتدائيات)
Provitamine	سلف الفيتامين
Proximal	داني ، قريب
Pseudo	كاذب
Pseudopod	ارجل كاذبة
Pseudostratified	طباقي كاذب
Pterygoid	جناحي
Ptyalin	لعابين
Puberty	بلوغ
Pyloric	بوابية
Pyramidall	هرمي
Pyruvic acid	حامض البايرونيك

R

Radio	مشع
Radiotelemetry	الاشعاع من بعد
Reabsorption	اعادة امتصاص
Receptor	مستقبل
Reflex	انعكاس انعكاسي
Release	تحرير
Reproductive	تكاثري ، تناسلي
Residual volume	الحجم المتبقي
Resistance	مقاومة
Resorption	ارتشاف ، اعادة امتصاص
Respiratory	تنفسي
Resting	راحة

Reticular	شبكي
Reticlocyte	كرية حمراء يافعة
Reticuloend othelial	بطانة شبكية
Reticulum	شبكية ،. شبكة
Rhesus –factor	العامل الريضي
Rhinal	انفي
Rhthm	ابقاع
Ribose	رايبوز
Ribosom	رايبوزوم ، ريباسه
Rumen	كرش
Ruminant	مجترات
Rumination	اجترار

S

Sacral	عجزي
Sarcolemma	الغمد العضلي
Sarcoplasm	الهيولي العضلي
Satiety	شبع
Schwann cells	خلايا شوان
Scratch	حك
Segment	قطعة
Selection	انتخاب
Seletive	اختياري
Sella	سرج
Semi	شبه
Seminal Vesicle	حويصلة منوية
Seminiferous tubules	نبيبات منوية
Sensors	حاسات

Serosal	مصلي
Serum	مصل الدم
Sexual Maturity	النضج الجنسي
Sheath	غمد
Shunt	تحويلة
Simple	مسيطر
Sino- atrial node (S-a) node	العقدة الجيبية الأذينة
Sinuses	جيوب انفية
Sinusoids	الجيبانيات
Skull	جمجمة
Solution	محلول
Soma	جسم الخلية
Somatic	جسمي
Somatotrophic	منمي الجسد
Spasm	تشنج
Species	نوع
Specific dynamic action (SDA)	الفعل الداينمي النوعي
Sperm	نطفة
Spermatogenesis	نشأة ، تكوين النطف
Spermatogonia	سليفات النطف
Spike	ذروة
Spinal cord	الحبل الشوكي
Spindle	مغزل
Splanchnic	حشوي
Split	شطر، انشطار
Stellate	نجمي
Stenosis	تضيق
Sterenomastaoids	القصي الخشائي

Stimulation	تنبيه
Stress	اجهاد
Striated	مخطط
Stroke volume	حجم الضربة
Stroma	سداة
Structure	تركيب
Subarachnoidea	تحت العنكبوتي
Sublingual	تحت اللسان
Submandibular	تحت الفك السفلي
Sulci	اخاديد
Superficial	سطحي
Supersonic	عالية التردد
Supra	فوق
Sympathetic	ودي
Synapsis	تشابك
Syntbronization	تزامن
Synergistic	متآزر الفعل
System	جهاز

T

Target	هدف
Temporal	صدغي ، وقتي
Tendin	وتر
Tendinous	وتري
Tentorium Cerebelli	خيمة المخ
Terminal	نهائي
Testosterone	التستوستيرون
Tetania	تكزز

Thalamas	المهاد
Thawing	اسالة
Theca	قراب
Thermon utral zone	منطقة التعادل الحراري
Thermoneutral zone	مستقبل حراري
Thermoregulation	تنظيم حراري
Thoracic	صدري
Thoracolumber	صدري قطني
Thrombin	الثرومبين
Thrombocyte	صفيحة دموية ، خلايا التخثر
Thrombecytosis	زيادة صفيحات الدم
Thromboplastin	ثرمبوبلاستين
Tihyroid	الدرقية
Tihyrotrophic	مغذي الدرقية
Thyroxin (T4)	درقين ، ثايروكسين
Tidal Volume (T.V)	الحجم المدى
Titration	معايرة
Tonic	توتري
Trachea	رعامي
Transamination	نقل مجموعة امين
Transferrirn	تراسنفرين
Transitional	انتقالي
Transmitter	ناقل
Tiransplantation	زرع
Transverse	مستعرض
Tricuspid Valve	الصمام المثلث الشرن
Trigeminal	ثلاثي التوائم
Triglyceride	ثلاثي العلسريد

Triiodothyronine (T3)	ثالث يود الثايرونين
Trophic	غذائي ، نمائي
Tuberal	حدبي
Tubule	نبيب
Tunic advetita	غلالة برانية
Tunica albuginea	غلالة ، طبقة بيضاء
Tunica musecularis	غلالة عضلية

U

Ultramicroelements	معادن ذات تركيز واطئ
Unilobar	احادي الفص
Unilocular	احادي الفجوة
Unipolar	احادي القطب
Ureter	حالب
Urethra	احليل
uric acid	حامض البوليك
Urinary	بولي
urine	بول
uterus	رحم

V

Vagina	مهبل
Vagus nerve	العصب المبهم
Valus	قيمة
Vascular	وعائي
Vossconstructor	مضيق الاوعية
Vasodilator	موسع الاوعية
Vasomotor	محرك وعائي
Vasopressin	فازوبرسين
Veins	اوردة

Vanacava	وريد اجوف
Ventilation	تهوية
Ventricle	بطين
ventrobasal	بطين قاعدي
ventromediel	بطين وسطي
venules	وريدات
vermis	دودة
vertebral	فقري
vesicle	حويصلة
vessel	وعاء
vestibule	دهليز
viscosity	لزوجة
vital Capacity (V.C)	السعة الحيوية
vitaminology	علم الفيتامينات
vitellin	فيتالين
vivisection	تشريح الاحياء ، قطع الجسم
voice box	صندوق الصوت
volatile	طيارة
voluntary	ارادي
vomition	تقيؤ
Vas defercnce	الاسهر، الوعاء الناقل

W

warm blooded	ذات الدم الحار
with drawal	سحب ، قطع

Z

Zona pellucida	المنطقة الشفافة

المراجع

أ: المراجع العربية

- احمد الحاج طه- عطا الله سعيد محمد- محمد رمزي طاقة (١٩٨٤) تغذية الحيوان. الطبعة السادسة.
- اسماعيل عجام- حسين السعدي- مرتضى الحكيم (١٩٨١) فسلجة التناسل والتلقيح الاصطناعي- الطبعة الاولى- مديرية دار الكتب للطباعة والنشر- جامعة الموصل.
- اسماعيل عجام (١٩٨١) تشريح وفسلجة الحيوانات الزراعية- جزئين الطبعة الاولى- مطبعة جامعة البصرة.
- مؤيد حسن عبد الرحيم (١٩٧٩) علم الانسجة البيطرية- جزئين- دار الكتب للطباعة والنشر- جامعة الموصل.
- محمد يحيي حسن درويش (١٩٧٦) فسيولوجيا الحيوان- الطبعة الاولى- مكتبة الانجلو المصرية.
- صادق الهلالي (١٩٧٢) فسلجة الجهاز العصبي- جزئين- الطبعة الاولى- مطبعة الاديب البغدادية.
- طه جاسم آل طه (١٩٨٣) فسلجة تناسل اللبائن والطيور- الطبعة الثالثة- مطبعة جامعة البصرة.
- عبد الفتاح محمد طيرة (١٩٧٥) علم الفسلجة. مطبعة جامعة الموصل.
- علي عبد الكريم العطار (١٩٨١) فسلجة الهضم وتغذية المجترات الجزء الاول- البصرة- العراق.
- ناظم محمود حمود العكام- خير الدين محي الدين (١٩٨٤) فيزيولوجيا الحيوان العام- مطبعة جامعة الموصل.

ب : المراجع الاجنبية : -

Berne, R. M and M. N. levy. 1983. Phsiology. 4st. Ed. C. V Mosby Company Toronte.

Cambell, E. J. M., Dickinson C. J, slater J. D. Edwards C. R. W and E. K. sikora. 1984. Clinical Physiology. 5th Ed. Blackwell scient ific publications. OXford, London Edinburgh. Baston Palo Melbourne.

Conn, E.E. and P.K. stumpf. 1979. Outlines Of Biochemistry. 4th Ed. john wiley of Sons, New york, chichester, Brisbsne, Toronto, Singapore.

Eckert, R. and D. Randall. 1978. Animal physiology 1st Ed. W. H. freeman and company senfrancisce.

Findlay, A.L. R. 1984. Reproduction and the fetus. 1st Ed. Edward Arnold.

Frandson, R. D. 1981. Anatomy and physiology of farm Animals. 3rd Ed. leaf Febibger. Philadelphia.

Ganong, W. F. 1987. Review Of Medical Physiology 13th Ed Appleton & Lange. Norwalk. Connecticut Los California.

Getty, R 1975. The Aanatomy of the Domestic Animals.

5 th Ed. W.B. saunders Company.

Philadelphia, Landon, Toronto.

Gordon, M.S. 1982. Animal Physiology; Principles and Adaptations. 4 th Ed. Macmillon Publishing Co, Inc. New York.

Guyton, A.c. 1976. Textbook of Medical Physiology. 5 th Ed.W.B.saunders Company. Philadelphia London, Toronto.

Hafez, E.S.E. 1974. Reproduction in farm Animals. 3 rd Ed. Lea& febigen. Philadelphia.

Hardy, R.N. 1981. Endocrine Physiology. 1 St Ed. Edward Arnold.

Hunter, R.H.F. 1980. Physiology and technology of Reproduction in Femsle Domestic Animals. 1 st Ed.

Academic press. London, New york, Toronto, Sydney, San franciso.

Lamp. J.F. et al. 1980. Essentials of Physiology. black well. Oxford.

LA Recherche No 63. Jan 1976. Vol 7 pp. 37– 41. Le Vay, D. 1966. Physiology. The English universities press Ltd.

Levine, S. 1972. Hormones and Behavior. 1 st Ed. Aeademic Press inc. New York, San francisco, London.

Maloiy, G.M.O. 1979. Compartive physiology of Osmoregulation in Animals 1 st Ed. Academic Press. London, New york, San Francisco.

Mazzaferri, E.L. 1980. Endocrinology. 2 nd Ed. Medical Examination Publishing CO. inc. USA.

Mc Donald, L.E. 1977. veterinary Endocrinology and Reproduction . 2 nd Ed Lea& febiger. Philadelphia.

Melanov, V.R. 1978. Physiology of farm Animals. Zamezdat, Sofia, Bulgaria.

O' Riordan, J.L.H. Malan, P.G. and R.P. Gould. 1988. Essentials of Endocrinology. 2 nd Ed. Blackwell Publications.

Schmidt. Nielson, K. 1985. Animal Phsiology, Adaptation and Environment. 3 rd Ed. Cambridge University press. Cambridge London, New york, New Rochelle, Melbourne, Sydney.

Sieverd, C. E 1983. Hematology for Medical technology 5th Ed. Lea & febiger. philadelphia.

Sturkie, p, D. 1976. Avian physiology 3rd Ed. springer Verlag. NEW York, Heidelberg, Berlin.

Tharp, G.D. 1986. Experiments in phsiology. 5th Ed. Macmillan publishing Company. New york.

Turner, C.D. and J.T. Bagnara. 1976. General Endocrinology 6th Ed. Saunders Company. Philadelphia.
London, Toronto.

West, J. B. 1985. physiological basis of Medical practice 8th Ed. W. & Wilkins. Baltimore, London.

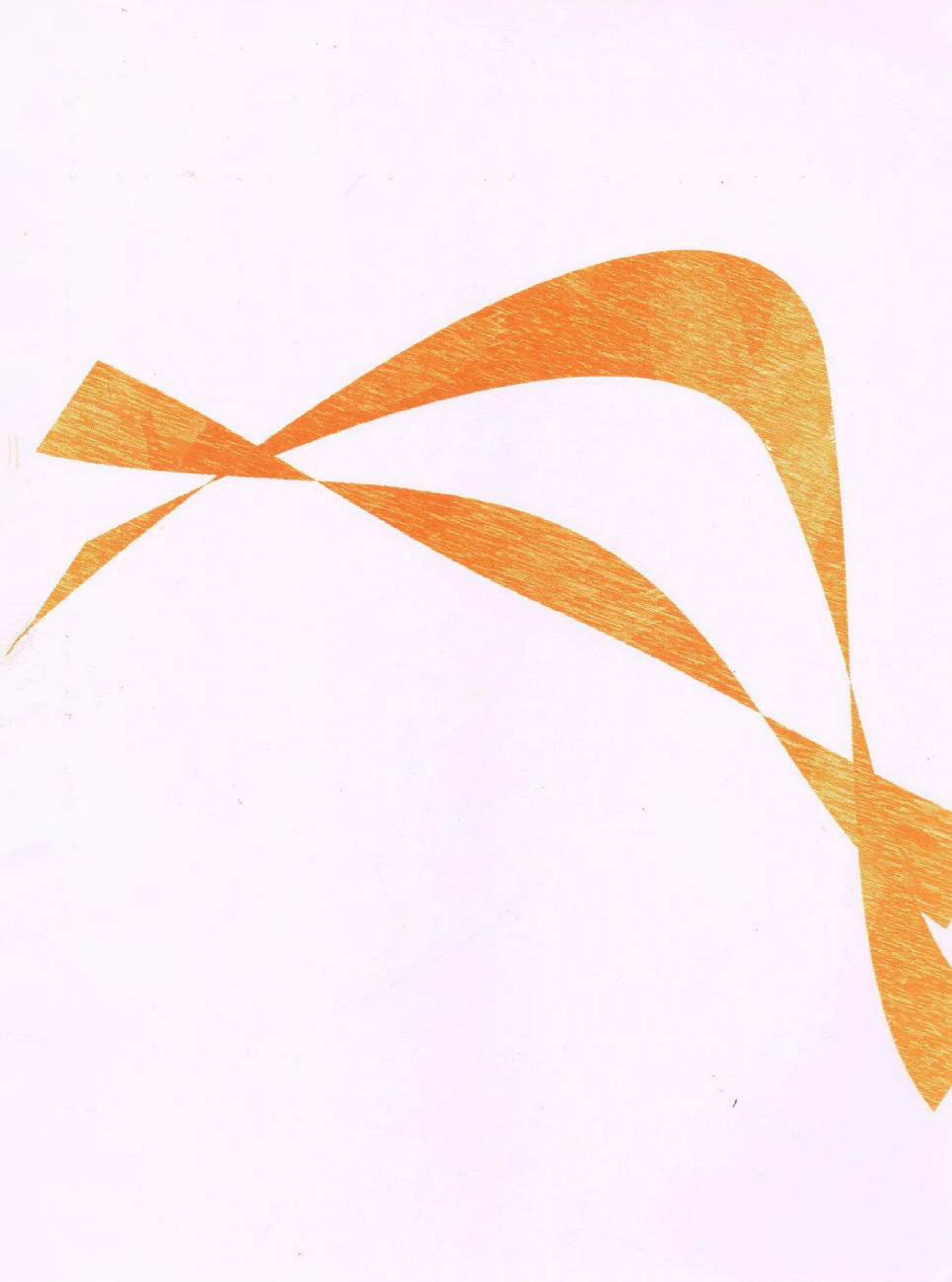
Wheater, P. R. *et al*. Functional histology. 3rd Ed. Churchill Living stone Edinburgh, Londen, New york

Wilson, J. A 1972. Principles of Animal physiology. 1st Ed. Macmillan publishing Co. INC. Newyork

Wood, D.W. 1983. Principles of Animal physiology. 3rd Ed. Edward Arnold.

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد ٩٧٩ لسنة ١٩٩٠

دار ابن الاثير للطباعة والنشر



فسلجة الحيوان

الدكتور ضياء حسن الحسني

الدكتور صادق محمد أمين الهيتي



تم تلوين الصور والاشكال المرفقه بالكتاب

To Gate Bakr Sadeek 2020 W 2010 H 2733